Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. H. J. Mallach

# Untersuchungen zur Verkehrstüchtigkeit von nüchternen und alkoholbeeinflußten Rauchern und Passivrauchern

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der
Medizinischen Fakultät
(Theoretische Medizin)

der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen
vorgelegt von
Matthias Karl Mokry
aus
Freiburg
1984

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. H. J. Mallach

# Untersuchungen zur Verkehrstüchtigkeit von nüchternen und alkoholbeeinflußten Rauchern und Passivrauchern

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheikunde
der
Medizinischen Fakultät
(Theoretische Medizin)

der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen
vorgelegt von

Matthias Karl Mokry
aus
Freiburg

1984

| | |
|---|---|
| Dekan | Prof.Dr.med.G.Fichtner |
| 1.Berichterstatter | Prof.Dr.med. H.-J. Mittmeyer |
| 2.Berichterstatter | Prof.Dr.med. F.W. Schmahl |

Meinen Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546514_0020

Inhaltsverzeichnis


1. Einleitung.....1
1.1. Allgemeines über die Gesellschaftsdrogen Alkohol und Tabak.....1
1.2. Psychophysische Auswirkungen bei Alkoholbeeinflussung.....3
1.3. Psychophysische Auswirkungen bei Tabakkonsum.....8
1.4. Problemstellung.....15

2. Methodisches Vorgehen.....16
2.1. Auswahl der Probanden.....16
2.2. Testverfahren.....16
2.2.1. Reaktionszeitmessung am Wiener Reaktionsgerät.....16
2.2.2. Testung am Wiener Determinationsgerät.....19
2.3. Alkoholbelastung.....20
2.4. Kohlenmonoxid- und Nikotinbelastung.....21
2.5. Versuchsdurchführung.....22

3. Ergebnisse.....28
3.1. Reaktionszeitmessung am Wiener Reaktionsgerät....28
3.1.1. Nichtraucher.....28
3.1.2. Passivraucher bei geringer Rauchbelastung.....30
3.1.3. Passivraucher bei starker Rauchbelastung.....33
3.1.4. Raucher.....38
3.1.5. Deprivierte Raucher.....41
3.1.6. Raucher bei forciertem Zigarettenkonsum.....45
3.1.7. Alkoholbeeinflußte Nichtraucher.....50
3.1.8. Alkoholbeeinflußte Passivraucher bei geringer Rauchbelastung.....54
3.1.9. Alkoholbeeinflußte Passivraucher bei starker Rauchbelastung.....57
3.1.10. Alkoholbeeinflußte Raucher.....62

3.1.11. Alkoholbeeinflußte deprivierte Raucher.....66
3.1.12. Alkoholbeeinflußte Raucher bei forciertem Zigarettenkonsum.....68
3.2. Ergebnisse am Wiener Determinationsgerät.....74
3.2.1. Nichtraucher.....74
3.2.2. Passivraucher bei geringer Rauchbelastung....74
3.2.3. Passivraucher bei starker Rauchbelastung.....76
3.2.4. Raucher.....81
3.2.5. Deprivierte Raucher.....84
3.2.6. Raucher bei forciertem Rauchen.....87
3.2.7. Alkoholbeeinflußte Nichtraucher.....89
3.2.8. Alkoholbeeinflußte Passivraucher bei geringer Rauchbelastung.....92
3.2.9. Alkoholbeeinflußte Passivraucher bei starker Rauchbelastung.....95
3.2.10. Alkoholbeeinflußte Raucher.....98
3.2.11. Alkoholbeeinflußte deprivierte Raucher.....100
3.2.12. Alkoholbeeinflußte Raucher bei forciertem Zigarettenkonsum.....103

4. Diskussion.....110

5. Zusammenfassung.....115

6. Literaturverzeichnis.....117

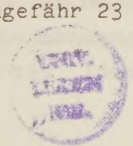
# 1. Einleitung

## 1.1. Allgemeines über die Gesellschaftsdrogen Alkohol und Tabak

Der Gebrauch von Alkohol in Form von Äthanol, gewonnen aus der Vergärung von Mono-, Di- und Polysacchariden, nimmt von jeher eine umstrittene Stellung in der Gesellschaft ein. In der Antike wurde Alkohol bereits als Heilmittel gepriesen und wird auch heute noch in weiten Kreisen als solches angesehen. Andererseits wurde seine Gefährlichkeit als Droge bald erkannt. Die Bedeutung des Alkohols ist kulturkreisabhängig. In islamischen Ländern spielt der Alkohol bis jetzt gesellschaftlich eine untergeordnete Rolle. Im abendländischen Kulturkreis erfüllt der Alkohol verschiedene Funktionen. Er ist Bestandteil zahlreicher, allgemein üblicher durstlöschender Getränke und dient somit als Nahrungsmittel. In geringen Mengen findet er Anwendung als Genuß- in größeren Mengen als Rauschmittel. Schließlich stellt der Alkohol ein Gift dar, dessen toxische Wirkung sich bei akuter oder chronischer Überdosierung manifestiert (FEUERLEIN, 1979).

Durchschnittlich konsumiert der Bürger der Bundesrepublik Deutschland ab dem 15. Lebensjahr täglich zwischen 37 und 42 Gramm Alkohol (Berechnungszeitraum 1969-1979). Das entspricht einer täglichen Menge von etwa einem Liter Bier bei einem Alkoholgehalt von 4 % oder einem halben Liter Wein bei 8 % Alkoholgehalt (MALLACH, 1981).

Im Jahre 1977 wurden in der Bundesrepublik Deutschland fast 36,7 Mrd. DM für alkoholische Getränke ausgegeben, pro Einwohner 597,70 DM (FEUERLEIN, 1979). Dieser Alkoholkonsum findet selbstverständlich auch seinen Niederschlag in den Verkehrsunfallziffern. Nach BOMSDORF (1980) werden 17,5 % aller Verkehrsunfälle mit Schwerverletzten oder Getöteten unter Alkoholeinfluß verursacht. Ungefähr 23 % aller Unfälle mit Getöteten waren Alkoholunfälle.



Tabak wurde von den Indianern Amerikas ausschließlich zu kultischen Handlungen verwendet. Columbus brachte ihn nach Europa. Im Abendland wurde der Tabak eigentlich erst durch den französischen Gesandten in Portugal Jean Nicot (1530-1600) bekannt, nach dem der Hauptwirkstoff des Tabaks, das Nikotin , benannt ist. Nicot heilte mit Hilfe von Tabakblättern Krankheiten und wurde dadurch berühmt. Später soll er der Katharina von Medici getrocknete und pulverisierte Tabakblätter als Heilmittel empfohlen haben. In der Umgebung der Katharina von Medici wurde daraufhin das Tabakschnupfen zur Hofmode und stieg vom Pharmakon zum Genußmittel auf. In England führten Seeleute des Sir Francis Drake um 1586 die Sitte des Pfeifenrauchens ein. In Deutschland blieb der Tabak zunächst unbekannt und wurde vermutlich durch spanische Söldner verbreitet. Der Tabak fand dann lange Zeit hinweg Anwendung als Therapeutikum bei verschiedensten Krankheiten. Unter anderem wurden Tabakrauchklistiere und Tabakeinblasungen verabfolgt. Bereits im Jahre 1604 erhoben sich jedoch Stimmen, die das Rauchen nicht nur als Modetorheit, sondern den Tabak als Medizin generell ablehnten (SCHADEWALDT, 1967).

Obwohl die schädigende Wirkung auf den Organismus heute bewiesen und bekannt ist, so ist die Menschheit, wie auch beim Alkohol, in Befürworter und Gegner gespalten. Zur Zeit sollen etwa 75 % der männlichen und 35 % der weiblichen erwachsenen Erdbewohner rauchen. Wie das Statistische Bundesamt mitteilt wurden 1980 128,3 Mrd. Stück Zigaretten verraucht. Das entspricht einem durchschnittlichen Tagesverbrauch pro Einwohner von 5,7 Zigaretten. Der Verbrauch an Zigarren und Zigarillos betrug im selben Zeitraum 2,155 Mrd. Stück. An Tabak (Feinschnitt und Pfeifentabak) konsumierte der Bürger in der Bundesrepublik Deutschland 1980 201 Gramm.

Entsprechend seiner weiten Verbreitung hat sich die Wissenschaft mit den physischen, psychischen und psychomotorischen Auswirkungen sowohl des Tabaks als auch des Alkohols befaßt.

## 1.2. Psychophysische Auswirkungen bei Alkoholbeeinflussung

Hinsichtlich der alkoholbedingten Störungen der allgemeinen Sehschärfe lassen sich in der Literatur keine einheitlichen Ergebnisse finden (FORSTER und Mitarbeiter, 1975). MANZ untersuchte 1940 die Tiefensehschärfe unter Alkoholbeeinflussung und stellte dabei eine Verzögerung der Wahrnehmung des Abstandes zweier Objekte schon ab 0,3 ‰ fest. GRAMBERG-DANIELSEN wies 1965 nach, daß die "Blickführung" bei Blutalkoholkonzentrationen von 0,9 - 1,8 ‰ unruhig und sprunghaft wird. HONEGGER et al. (1970) finden bereits ab 0,3 ‰ deutliche Bewegungsstörungen bei der Zusammenarbeit der Augen und der genauen Motorik des Einzelauges. Dies führt zu einer Störung bei der Erkennung schnell bewegter Objekte und einer allgemeinen Erschwerung der Orientierung im Raum. Der Einfluß auf das Gesichtsfeld wird unterschiedlich beurteilt (FORSTER et al., 1975). Eine reine Störung der Netzhautfunktion erfolgt nur unwesentlich (HONEGGER et al., 1970), so daß von dieser Seite mit einer Einschränkung nicht zu rechnen ist. Das Blickfeld hingegen, also die Gesamtheit aller Gegenstände, die bei bewegtem Auge in bestimmter räumlicher Orientierung wahrgenommen werden können, ist nach FORSTER und Mitarbeiter (1975) jedoch sicherlich geschädigt. Das bekannte Phänomen des Doppeltsehens erklärt GRAFF (1956) damit, daß unter Alkoholeinfluß die Fähigkeit, die Augen nach auswärts zu bewegen, stark abgeschwächt wird und eine Parallelstellung nicht mehr gelingt.

Über Störungen der Hell-Dunkeladaptation berichtet FORSTER (1959 a/b, 1975). Danach erfolgt die Helladaptation nach Alkoholgenuß bei einer Blutalkoholkonzentration zwischen 0,9 und 1,5 ‰ nur etwa halb so schnell wie im nüchternen Zustand und auch die Dunkeladaptation erfolgt erheblich langsamer. Die Störung der Hellanpassung läßt nach FORSTER und Mitarbeiter (1975) auf eine erhöhte Blendungsempfindlichkeit alkoholbeeinflußter Personen schließen. WILHELMI et al. stellten 1972 eine verminderte Dämmerungssehschärfe

und eine erheblich längere Readaptationszeit nach Blendung fest. Störungen des optokinetischen Nystagmus werden von verschiedenen Autoren beschrieben (KRAULAND und Mitarbeiter, 1961, HEIFER und Mitarbeiter, 1966, HEIFER, 1971). Nach HEIFER (1971) führen diese Störungen bei Kraftfahrzeugführern zu typischen Fehlleistungen in der Geschwindigkeits- und Entfernungseinschätzung.

Sehstörungen können allerdings auch mit Gleichgewichtsstörungen gekoppelt oder sogar durch diese bedingt sein (FORSTER und Mitarbeiter, 1975). Mit Hilfe der "Sphallographie" untersuchte SCHMIDT (1956) alkoholbedingte Gleichgewichtsstörungen. Danach werden offensichtlich feine Reflexabläufe, die beim Nüchternen zum Ausgleich von Gleichgewichtsverlagerungen vorhanden sind, gedämpft. Es ist daher unter Alkoholeinfluß auch mit Schwierigkeiten bei der Ausführung gerichteter und fein dosierter Bewegungen zu rechnen.

Zahlreiche Untersuchungen liegen über Aufmerksamkeitsstörungen und Änderungen der Reaktionszeit unter Alkoholeinfluß vor (WEILAND, 1970). GRÜNER und Mitarbeiter (1975) konnten eine Korrelation zwischen der Leistungsabnahme und der Blutalkoholkonzentration statistisch sichern. RICHTER et al. (1979) untersuchten den Einfluß geringer Alkoholmengen auf die Psychomotorik und Aufmerksamkeit und kamen dabei zu dem Ergebnis, daß bei einer niedrigen Blutalkoholkonzentration um 0,4 ‰ eine Kompensation der Alkoholwirkung durch Motivation und reaktive Anspannungssteigerung erreicht werden kann. LUTZE und Mitarbeiter berichteten 1979 von einer hochsignifikanten Verlängerung der "Reaktionsauslösezeit" und damit auch sekundär von der Reaktionsgesamtzeit bei einer Blutalkoholkonzentration von rund 0,5 ‰.

Bei mittleren und höheren Blutalkoholkonzentrationen hingegen wurden allgemein verlängerte Reaktionszeiten angegeben. So stellte RAUSCHER 1954 eine deutliche Verlängerung der Reaktionszeitwerte unter Alkoholeinfluß fest. Die Ver-

längerung der Reaktionszeit in der Resorptionsphase fällt dabei deutlicher aus als in der Eliminationsphase (MANGELSDORF et al., 1970). Auch bei alkoholgewohnten Versuchspersonen wird bei 1,5 ‰ ein starkes Nachlassen der psychomotorischen Leistungsfähigkeit festgestellt (STARCK, 1953). Bei einem Blutalkoholgehalt von etwa 1 ‰ sollen nach FORSTER und Mitarbeiter (1975) Reaktionszeitverlängerung von etwa 50 % zu erwarten sein.

ELBEL und SCHLEYER (1956) wiesen allerdings daraufhin, daß die Persönlichkeitsveränderung als Veränderung der "Haltung" eines Menschen von weitaus größerer Bedeutung für die Verkehrsleistung ist als die "meßbaren" Ausfälle des Hirnleistungsvermögens. Veränderungen der Persönlichkeit unter Alkoholeinfluß werden zunächst durch eine Beeinflussung der Großhirnrinde, später auch durch Einwirkung auf die übrigen Hirnabschnitte hervorgerufen. Diese Veränderungen im Sinne eines Persönlichkeitsabbaus nach GERCHOW (1968) sind gemeinhin bekannt, aber nicht meßbar und äußern sich in einer allgemeinen Enthemmung und Kritikminderung. Das Selbstwertgefühl, die Wagnisbereitschaft und das Machtgefühl sind gesteigert, das Geltungsbedürfnis nimmt zu. Ebenfalls treten vermehrt Rede- und Mitteilungsdrang auf (ELBEL und Mitarbeiter, 1956). SCHWEITZER et al. (1960) wiesen nach, daß bereits bei Blutalkoholkonzentrationen von 1 ‰ in starkem Maße Selbstüberschätzung, Gleichgültigkeit, aggressive Enthemmung und riskantes Verhalten auftreten. Bereits bei Konsum geringer Alkoholmengen ist mehrheitlich eine Zunahme der Risikobereitschaft festzustellen (FORSTER und Mitarbeiter, 1975). Der Alkoholbeeinflußte ist nicht mehr in der Lage, seine Aufmerksamkeit über längere Zeit auf einen Vorgang zu konzentrieren und gleichzeitig und in angemessenem Maße in kurzer Folge anderen Vorgängen zuzuwenden (ELBEL und SCHLEYER, 1956). Diese Fähigkeit ist um so stärker gestört, je höher der Intoxikationsgrad ist. Der unter leichtem Alkoholeinfluß Stehende kann nur einen Teil der ihm gestellten Aufgabe erfüllen oder ist nur kurze

Zeit unter Aufbietung aller Reserven voll leistungsfähig und fällt dann um so nachhaltiger in seiner Leistungsfähigkeit ab.

Untersuchungen von GRÜNER (1955) ergaben bei Alkoholversuchen, daß die Tenazität, nämlich die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Gegenstand gerichtet zu halten, und die Vigilität, die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf einen neuen Gegenstand zu richten (BLEULER et al., 1979), ein reziprokes Verhalten zeigen. Bei 1 ‰ Blutalkoholkonzentration wurde dabei in der Resorptionsphase eine Minderung der Aufmerksamkeit im Mittel von 75 %, in der Eliminationsphase von 40 % festgestellt.

In Fahrversuchen untersuchten KIELHOLZ et al. (1967) Leistungsminderungen unter Alkoholeinfluß. Sie stellten eine deutliche Beeinträchtigung der Fahrtauglichkeit bei einer Blutalkoholkonzentration von 0,8 ‰ fest. Frühere Fahrprüfungen an Steuer- und Modellgeräten, in denen eine Leistungsherabsetzung unter Alkoholeinfluß nachgewiesen wurden, werden durch diese Untersuchung bestätigt (ELBEL und SCHLEYER, 1956). 1974 wurden von LEWRENZ und Mitarbeitern ebenfalls Fahrversuche in einem Simulator durchgeführt. Dabei stellten die Autoren bei schneller Zufuhr von Alkohol und niedrigen Blutalkoholkonzentrationen von 0,2-0,3 ‰ erhebliche Beeinträchtigungen der sensomotorischen Koordination fest. Ebenfalls bei niedrigen Blutalkoholkonzentrationen weisen WOJAHN und Mitarbeiter (1967) Aufmerksamkeitsstörungen im Bourdon-Test nach.

Verschiedene Untersuchungen beschäftigten sich mit der Kombinationswirkung von Alkohol und Medikamenten. Bei den Mitteln, die einen Einfluß auf die Alkoholwirkung ausüben, ist zwischen solchen, die die Wirkung verstärken, und solchen, die sie verringern, zu unterscheiden.
Zu den Stoffen, die die Alkoholwirkung verstärken, gehören vor allem die Barbiturate und Narkotika, die die Wirkung

geringer Alkoholmengen zu potenzieren vermögen (FORSTER und Mitarbeiter, 1975). Aber auch verschiedene Analgetika und Psychopharmaka verstärken die Alkoholwirkung. So ergeben sich beispielsweise bei der Kombination von Diazepam und Alkohol höhere Leistungsbeeinträchtigungen als bei getrennter Einnahme (LUTZE und Mitarbeiter, 1979).

SCHIEFGEN beobachtete 1963 eine Abnahme der Trunkenheitssymptome, der Unlustgefühle und der Ablenkbarkeit unter Insidon, einem Neuroleptikum. Nach SCHWEITZER (1970) sollen Carbamazepine die Wirkung des Alkohols auf den Wahrnehmungsumfang fast aufheben. FORSTER und Mitarbeiter (1975) berichten von einer Verbesserung der alkoholbedingten Leistungsminderung und von einer günstigen Beeinflussung der Reaktionszeit bei Gabe von Encephabol, einem Pyritioxin. ELBEL und SCHLEYER (1956) beobachteten bei Aufnahme von Kaffee im Augenblick des Blutalkoholmaximums eine Verschlechterung der Reaktionsqualität. Die Reaktionszeit selbst verkürzte sich. Bemerkenswert war dabei eine mit einer "Ernüchterung" einhergehende motorische Erregung. Koffein ist demnach nicht imstande, die generelle Schädigung der Gesamtleistungsfähigkeit durch Alkohol auszugleichen. Bei Verabreichung von Pervitin können psychophysische Einzelleistungen verbessert werden. Statt Intensivierung und Konzentration erzeugt Pervitin allerdings Flüchtigkeit, Ablenkbarkeit, Schablonisierung und erhöhte Reizempfindlichkeit (ELBEL und SCHLEYER, 1956).

Über die Beeinflussung der Alkoholwirkung durch Tabak stellte LICKINT (1961) fest, daß eine tabakbedingte Toleranzsteigerung nicht in Betracht kommt. GLOOR (1952) konnte während des Konsums von einem Liter Weißwein und Rauchen einer Brasilzigarre keinen deutlichen Einfluß auf die psychomotorischen Leistungen festellen. Die Reaktionszeit unter Alkohol- und Nikotineinfluß ist allerdings geringfügig kürzer als unter Alkoholeinfluß alleine. Zigarettenrauchen

und Alkoholeinfluß erzeugt bei DANGER (1938) eine Verstärkung der subjektiven und objektiven Rauschsymptome.

## 1.3. Psychophysische Auswirkungen bei Tabakkonsum

Tabakrauch enthält die verschiedensten, zum Teil noch immer unbekannten Schadstoffe. Dazu zählen aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, Ketone, Alkohole, Ester, Säuren, Basen, Nikotinalkaloide, Phenole, Sterine, Nitrile, Schwefelverbindungen, Sauerstoffheterozyklen und verschiedene andere Stoffklassen (SCHIEVELBEIN, 1968). Zu den wichtigsten biologischen Stoffen zählen jedoch das Kohlenmonoxid und das Nikotin (BAUMBERGER, 1923, EHRISMAN und Mitarbeiter, 1935, OSBORNE et al., 1956, BOKHOVEN und Mitarbeiter, 1961, WYNDER und Mitarbeiter, 1967, DINMAN, 1970, HAEBISCH, 1970, BRUNNEMANN und Mitarbeiter, 1974, ANTWEILER, 1975, JERMINI und Mitarbeiter, 1976). Die Aufnahme erfolgt über den Tabakrauch. Die Höhe der resultierenden Carboxyhämoglobinkonzentration hängt von der Inhalationstiefe, der Feuchtigkeit des Tabaks, der Porosität des Zigarettenpapiers, von der Geschwindigkeit des Rauchens und von der Anzahl der gerauchten Zigarren, Zigaretten oder Pfeifen ab (PANKOW, 1981). ROBINSON und Mitarbeiter (1975) gaben eine Menge von bis zu 23 ml Kohlenmonoxid pro gerauchte Zigarre an. Nach RUSSEL und Mitarbeiter (1973) steigt die COHb-Konzentration durch Inhalieren einer Zigarette um etwa 1 % an. Im Einzelfall soll bei Rauchern die COHb-Konzentration bis über 18 % betragen können. Die mittlere COHb-Konzentration bei Rauchern liegt nach PANKOW (1981) bei etwa 5 % COHb.

SCHULTE (1963) wies nach, daß ab 3 % COHb die erforderliche Zeit zur Unterstreichung aller Substantive im Plural in einem Text zunimmt. BEARD et al. (1967/1970) stellten eine Verminderung der Unterscheidungsfähigkeit von Ton und

Lichtsignalen unter CO-Belastung fest. Bei andauernder Einwirkung von Kohlenmonoxid konnten FODOR und Mitarbeiter (1972) ein Verschwinden des Leistungseinbruches im Vigilanzversuch feststellen. Hierbei erscheint die Feststellung interessant, daß die Inhalation von Luft mit geringem CO-Gehalt beim Menschen eine Erhöhung des cerebralen Blutflusses verursacht (PANKOW, 1981). Der Anstieg erfolgt nach PAULSON et al. (1973) schon bei 4 % und beträgt bei 23 % COHb maximal 26 %. SCHLIPKÖTER und Mitarbeiter konnten 1974 eine CO-bedingte Leistungseinbuße im akustischen Vigilanztest bei geringer COHb-Konzentration nicht nachweisen. Auch konnten sie keinen signifikanten Einfluß geringgradiger Carboxyhämoglobinämie auf die Reaktionszeit feststellen (SCHULTE, 1963, HANKS, 1970, MIKULKA und Mitarbeiter, 1970, FODOR und Mitarbeiter, 1972, WRIGHT und Mitarbeiter, 1973). Dagegen stellen GROLL-KNAPP und Mitarbeiter (1972) bei Versuchspersonen, die 90 Minuten lang Luft ohne oder mit Zusatz von 58,-116 oder 174 mg $CO/m^3$ atmeten eine statistisch signifikante Verminderung der Vigilanzleistung fest. TROUTON und EYSENCK (1961) wiesen bereits ab 5 % COHb eine Verschlechterung der motorischen Koordination nach. Bei 7,24 % COHb stellten BENDER et al. (1972) signifikante Leistungsminderungen in der visuellen Wahrnehmung und Psychomotorik fest. Eine Verminderung der visuellen Reizschwelle und eine Verminderung der Sehschärfe bei niedrigen COHb-Konzentrationen fanden BEARD und GRANDSTAFF (1970). Das periphere Sehen soll bereits bei 17 % COHb gestört sein (ROSS und Mitarbeiter, 1973). An Katzen mit einer COHb-Konzentration von 4,5 % stellte Del RISCO (1972) deutliche exzitatorische Effekte sowohl auf mono- als auch auf polysynaptische Reflexe fest. Die funktionelle Veränderung im Zentralnervensystem ging dabei nicht unbedingt mit dem CO-Gehalt des Blutes einher.

Schon 1937 untersuchten FORBES und Mitarbeiter den Einfluß der COHb-Konzentration auf die Fahrleistung und stellten dabei fest, daß Beeinträchtigungen der Fahrfähigkeit erst

bei höheren Carboxyhämoglobinkonzentrationen auftreten. ROSS et al. (1973) fanden bei Konzentrationen von 17 % COHb keine wesentlichen Veränderungen der Fahrtüchtigkeit. Dagegen stellen RAY und ROCKWELL (1970) Störungen der Psychomotorik, der Sinnes- und der Fahrleistung von CO-Exponierten fest. ANTWEILER (1975) schließt bei einzelnen gesunden Personen und einer Kohlenmonoxidkonzentration zwischen 5 und 7 % COHb zentralnervöse Funktionseinbußen nicht aus. Eine Entscheidung für die Praxis mit einer Vielzahl von Außenreizen vermag er jedoch nicht zu treffen.

Bestimmungen der CO-Konzentrationen in Tagungsräumen, Restaurants, Büroräumen, öffentlichen Verkehrsmitteln, die HARKE und Mitarbeiter (1972, 1974a, 1975) und WEBER et al. (1978) durchführten, ergaben die höchsten Werte für Tagungsräume mit 12 mg CO/$m^3$. Untersuchungen über die CO-Konzentration in geschlossen stehenden Personenkraftwagen führten nach Rauchen von 9 Zigaretten zu 128 mg CO/$m^3$ (HARKE und Mitarbeiter, 1974b), von 10 Zigaretten zu 105 mg CO/$m^3$ (SRCH, 1967) als Spitzenwerte. PORTHEINE(1971) maß sogar bis zu 186 mg CO/$m^3$ beim Rauchen in einem stehenden Pkw. Die Kohlenmonoxidkonzentrationen während der Fahrt hängen jedoch stark von den Lüftungsbedingungen ab. Sie sollen aber selbst bei geschlossener Lüftung und Fahrgeschwindigkeiten um 50 km/h nicht über 35 mg CO/$m^3$ steigen (HARKE und Mitarbeiter 1974b/1974c). Außerdem sollen sich die Personen bei niedrigeren CO-Konzentrationen durch den Rauch und die enthaltenen Reizstoffe (Acrolein, Aldehyde, Ammoniak) so belästigt fühlen, daß unter normalen Umständen die Fenster geöffnet oder die Lüftung eingeschaltet wird. Auch soll nach Beendigung des Rauchens die CO-Konzentration rasch wieder in Normalbereiche absinken (HARKE und Mitarbeiter, 1974c).

Die Wirkung von Tabakrauch auf Nichtraucher, sogenannte Passivraucher, wurde verschiedentlich untersucht. Dabei stellte SCHMIDT (1973) als häufigste Erscheinung eine Bin-

dehautreizung fest. Unter ungünstigen Bedingungen soll die CO-Konzentration in geschlossenen Räumen durch Rauch so stark ansteigen, daß Passivraucher schon nach 90 Minuten verschiedene Zeitintervalle, optische und akustische Signale nur noch beschränkt unterscheiden können. Eine Gefährdung der Gesundheit von passiv rauchenden Kindern und vorgeschädigten Erwachsenen bejahte WEBER (1982). WHITE und FROEB (1980) wiesen auf negative Einflüsse des Tabakrauchens auf Herz, Kreislauf, Gehirn und Lungenfunktion hin. Reizwirkung und Belästigungen bei gesunden Personen seien bis zu einer Rauchkonzentration, die einem Kohlenmonoxidgehalt von 1,2-2,3 mg/$m^3$ entspricht, als zumutbar zu bewerten (WEBER, 1982). Nichtrauchende Kfz-Lenker sollen durch die im Fahrzeuginneren erreichbaren Konzentrationen an Kohlenmonoxid nicht nur belästigt, sondern auch in ihrer psychophysischen Leistungsfähigkeit beeinträchtigt werden (PORTHEINE, 1971). WAGNER und Mitarbeiter (1975) wiesen auf eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit der Verkehrsteilnehmer, insbesondere bei Nachtfahrten, durch starkes Rauchen hin. Dabei soll es sowohl durch Kohlenmonoxid als auch durch Nikotin zur Verengung von Netzhautarterien und als Folge des dadurch bedingten Sauerstoffmangels in der Netzhaut zu einer Herabsetzung der Gesichtssinnesleistung kommen. HARKE und Mitarbeiter (1972) erzielten durch maschinelles Abrauchen von 150 Zigaretten innerhalb von 30 Minuten in einem 170 $m^3$ großen Raum 62 mg CO, 0,69 mg Nikotin, 0,38 mg Acrolein und 4,2 mg Acetaldehyd pro Kubikmeter. Nichtraucher, die 2-3 Stunden diesem Rauch ausgesetzt waren, zeigten keine statistisch gesicherten Veränderungen von Hauttemperatur, EKG, Blutdruck und Puls. Untersuchungen von RUMMO und SARLANIS (1974) weisen bezüglich der Sinnes- und der Fahrleistungen auf eine geringere Belastbarkeit der Nichtraucher gegenüber Kohlenmonoxidbelastung hin.

Beim Rauchen findet jedoch zusätzlich zur Belastung mit Kohlenmonoxid eine Aufnahme von vielen anderen Stoffen, insbesondere Nikotin statt. Neuro- und psychopharmakologi-

sche Wirkungen des Nikotins sind bekannt. So kann Nikotin beispielsweise den Patellarsehnenreflex hemmen und durch Einwirken auf die Medulla oblongata Übelkeit hervorrufen. Bereits durch geringe Mengen, unter Umständen auch schon durch Raucherdosen, kann Tremor ausgelöst werden (SCHIEVELBEIN, 1968). Tierexperimentelle Untersuchungen von BRADLEY und WOLSTENCROFT (1967) an mehr als 600 Neuronen im Hirnstamm zeigten, daß 42 % der Neuronen ihre Aktivität durch die Applikation von Acetylcholin nicht verändern. In 36 % verursachte Acetylcholin eine Erregung, in 22 % eine Hemmung. Auf Neuronen, die durch Acetylcholin gehemmt werden,hat Nikotin keinen Effekt. Diejenigen Neuronen hingegen, die durch Acetylcholin erregt werden, werden auch durch Nikotin erregt.

EEG-Veränderungen unter dem Einfluß von Nikotin werden beschrieben. Bei niedrigen Nikotindosen (0,02-0,05 mg/kg i.V.) tritt am Kaninchen vor allem eine EEG-Aktivierung auf. Bei erheblich höheren Dosen (1-2 mg/kg) sind nach einer kurzen Weckreaktion Krampfpotentiale im EEG festzustellen. Der Angriffspunkt der Weckwirkung des Nikotins im EEG soll primär zentral liegen und möglicherweise durch periphere Mechanismen modifiziert werden können (SCHIEVELBEIN, 1968). DOMINO und YAMAMOTO (1965) beobachteten an Katzen nach Injektion von 0,005-0,01 mg Nikotin/kg in die Vena jugularis eine gesteigerte Vigilanz, an die sich eine Schlafperiode anschloß. Eine deutliche Weckwirkung war allerdings nur feststellbar, wenn das Tier schläfrig war oder schlief. Am Kaninchen stellten GOLDSTEIN und Mitarbeiter (1967) ähnliche Effekte fest. Nach Applikation von 10-20 $\gamma$ Nikotin/kg folgte auf eine kurze Phase gesteigerten Wachzustandes eine Periode stärkerer Dämpfung, ein sogenannter paradoxer Schlaf.

Untersuchungen über den Einfluß von Nikotin auf bedingte Reaktionen zeigten verschiedentlich fördernde Wirkungen auf Vermeidungs- und Fluchtreaktionen kleiner Nagetiere, beson-

ders bei der Ausbildung dieser Reaktionen, weniger bei der Beeinflussung gut gebahnter bedingter Reaktionen. Nach SCHIEVELBEIN (1968) sollen diese in Tierversuchen ermittelten psychopharmakologischen Ergebnisse auch auf den Menschen übertragbar sein.

Als weitere Folge werden durch das Rauchen nikotinhaltiger Zigaretten die Katecholaminfreisetzung, die Blutzuckerkonzentration und der Serumspiegel an freien Fettsäuren erhöht (TÖPPNER, 1931, LICKINT, 1939, WACHHOLDER, 1948, SCHIEVELBEIN, 1968, KLENSCH, 1974, HESS, 1976). Chemorezeptoren und Sympathikus-Ganglionzellen werden stimuliert (KLENSCH, 1974, PANKOW, 1981). Eine blockierende Wirkung ist bei den aus dem Rauch resorbierten Dosen nicht zu erwarten. Ferner werden dem Nikotin eine Erhöhung der Herzfrequenz (SSALISCHTSCHEFF und Mitarbeiter, 1931, KERRIGAN, 1968, SCHIEVELBEIN, 1968, KLENSCH, 1974), des systolischen und des diastolischen Blutdruckes und die Abnahme der Hauttemperatur und -durchblutung zugeschrieben (LICKINT, 1939, RUEF und Mitarbeiter, 1955, SCHIEVELBEIN, 1968, ARONOW und Mitarbeiter, 1974, KLENSCH, 1974). Eine Verminderung der arteriovenösen Sauerstoffdifferenz wurde von KRONE und Mitarbeiter (1972) beobachtet. Dies alles sind Effekte, vor allem der erhöhte Adrenalinspiegel, die normalerweise bei Individuen als Streßreaktionen auftreten (BROVERMAN und Mitarbeiter, 1974). Als Nikotinantagonisten kommen vor allem Ganglienblocker in Betracht, die allerdings meist wegen ihrer schlechten Lipidlöslichkeit nur schwer in das Gehirn einzudringen vermögen.

Stimulierende Effekte des Tabakrauches vermuteten ASHTON und Mitarbeiter (1972). Sie konnten bei Simulator-Fahrten keine signifikanten Unterschiede zwischen Rauchern und Nichtrauchern feststellen. Die rauchenden Probanden reagierten auf optische Signale jedoch schneller, aber mit einer größeren Streuung der Leistungsdaten. KLENSCH (1974) berichtete von einer subjektiv empfundenen geistigen Aufhellung und von einer objektiven Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit beim Rauchen. Unter standardisierten Bedingungen findet er bei

6 Versuchspersonen die optische und akustische Reaktionszeit schon wenige Minuten nach Rauchbeginn vermindert. Die Ausgangswerte werden erst nach 20 Minuten wieder erreicht. Er führt diesen Effekt auf die vermehrte Adrenalinfreisetzung nach Nikotingenuß zurück. SCHMIDT (1972) berichtete von einer negativen Beeinflussung von Trainingseffekten, der Bewegungskoordination und des Durchhaltevermögens bei Rauchern. Untersuchungen von HEIMSTRA und Mitarbeitern (1967) zeigten einen signifikanten Leistungsabfall derjenigen Raucher im Fahrsimulator, die während des Versuches nicht rauchen durften (deprivierte Raucher). Sie führten dies vor allem auf Stimmungsschwankungen deprivierter Raucher zurück. SCHORI und JONES (1974/1975) konnten nur die Tendenz aufzeigen, daß bei deprivierten Rauchern Leistungseinbußen im Vigilanz- und Reaktionstest auftreten. Von PUPKA (1977) kommt in seinem Bericht über den Einfluß des Rauchens auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit zu dem Ergebnis, daß die stimulierende Wirkung des Tabakrauches unter Umständen in monotonen Situationen die Fahrleistung verbessern kann. Bei einem mehrstündigem Verzicht der Raucher auf ihre gewohnte Zigarette sei aber mit einer Verschlechterung der Fahrleistung zu rechnen.

ADAM und WILLIAMS (1966) stellten in einer Gruppe von 1000 männlichen Autofahrern zwischen 18 und 25 Jahren eine höhere Unfallbelastung der Raucher fest. Ursächlich dafür sollen orale Persönlichkeitszüge der Raucher sein. McGUIRE (1972) konnte Zusammenhänge zwischen Rauchen und der Unfallfrequenz bzw. Verstößen im Straßenverkehr nachweisen. Diese Untersuchungen sollen allerdings nicht umfassend genug sein, um von einer signifikanten Beziehung zwischen Rauchen und Unfallgefährdung zu sprechen (v. PUPKA, 1977). Verschiedene Autoren befaßten sich mit rauchertypischen Persönlichkeitsmerkmalen und wiesen auf eine extrovertierte Haltung, auf eine schlechte soziale Anpassung, auf ein impulsives Verhalten (MATARAZZO und Mitarbeiter, 1960, v. PUPKA, 1977, SCHIEVELBEIN, 1968) und auf eine tendenziell höhere Risikobereitschaft der Raucher hin (GREITEMEYER, 1981).

## 1.4. Problemstellung

Ein Ziel dieser Untersuchung ist es herauszufinden, wie Nichtraucher in Fällen einer intensiven Rauchbelastung in ihrer psychophysischen Leistungsfähigkeit und damit auch in ihrer Verkehrstüchtigkeit beeinflußt werden. Mit derartigen Belastungen ist im täglichen Leben zu rechnen, beispielsweise durch längeren Aufenthalt von Nichtrauchern in stark frequentierten Gaststätten oder durch rauchende Insassen in der engen Fahrgastzelle eines Personenkraftwagens. Ferner interessiert in diesem Zusammenhang, ob die durch Alkoholeinfluß verursachte psychophysische Leistungsminderung durch gleichzeitige Tabakrauchinhalation in irgendeiner Form verändert wird.

Weiter soll diese Untersuchung zur Beantwortung der Frage beitragen, welchen Einfluß längerer Tabakentzug, sei es durch Mangel an Gelegenheit zum Beschaffen von Tabakwaren oder im Rahmen einer Tabakentwöhnung, auf die Fahrfähigkeit von Rauchern ausübt. Ebenso wie bei den Nichtrauchern, soll dabei auch der Einfluß des Rauchens auf die Verkehrstüchtigkeit bei gleichzeitigem Konsum von Alkohol untersucht werden.

Die Untersuchung beschränkt sich dabei auf einen Teilaspekt der psychophysischen Leistungsfähigkeit, nämlich auf das Reaktionsverhalten und hier besonders auf die psychomotorische Koordinationsfähigkeit. Außer Betracht bleiben dabei psychische Faktoren, wie beispielsweise Verstimmungen des Nichtrauchers aufgrund von Belästigungen durch Tabakrauch oder der Einfluß der Raucherpersönlichkeit auf die Fahrtüchtigkeit, aber auch physische Faktoren, wie eine durch Raucheinwirkung hervorgerufene Reizwirkung oder der Einfluß der Rauchhandlung per se auf die Fahrtüchtigkeit werden nicht untersucht.

## 2. Methodisches Vorgehen

### 2.1. Auswahl der Probanden

Das Probandenkollektiv bestand aus 10 Nichtrauchern und 10 Rauchern. Es handelte sich dabei durchweg um männliche Studenten. Von jeder Versuchsperson wurde eine Anamnese erhoben. Diese gliederte sich in zwei Teile. Im ersten Teil wurden Fragen nach Erkrankungen von Herz und Kreislauf, sonstiger innerer Organe, nach Infektionskrankheiten und überstandenen Operationen gestellt. Der zweite Abschnitt der Exploration beschäftigte sich mit der Art und Menge der Aufnahme von Genußmitteln und Medikamenten. Bei den Rauchern wurden starke Raucher ausgewählt, die regelmäßig mehr als 20 Zigaretten/Tag rauchten. Auch wurde darauf abgehoben, daß die Probanden an den Genuß von Alkohol gewohnt waren. Als Probanden wurden Personen ausgeschlossen, die regelmäßig Medikamente einnahmen bzw. in den letzten 7 Tagen vor Versuchsbeginn eingenommen hatten, die körperliche Erkrankungen angaben und alkoholabhängig waren. Über die einzelnen Versuchspersonen informieren Tabelle 1 und Tabelle 2.

### 2.2. Testverfahren

#### 2.2.1. Reaktionszeitmessung am Wiener Reaktionsgerät

Das Wiener Reaktionsgerät* findet vielfältige Anwendung, insbesondere in der Verkehrs- und Pharmakopsychologie, zur Messung der Reaktionszeit bei optischen und akustischen Signalen.
Das Gerät besteht aus zwei Teilen. Die Reiztafel dient der Darbietung von Reizen und der Beantwortung der Signale durch Betätigen der Reaktionstaste. Das Steuer- bzw. Hauptgerät

* Fa. Dr. G. Schufried GmbH, Mödling/Österreich, Nr. 816

| Versuchsperson VP | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lebensalter/ Jahre | 24 | 28 | 24 | 29 | 30 | 26 | 25 | 29 | 25 | 24 |
| Körpergewicht (kg) | 74 | 68 | 85 | 58 | 76 | 71 | 82 | 58 | 74 | 74 |
| Alkoholkonsum/ Häufigkeit | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. |
| Alkoholkonsum/ Getränkeart | Bier | Bier | Wein | Bier/ Wein | Bier/ Wein | Bier/ Wein | Bier/ Wein | Wein/ Bier | Wein | Bier |
| Alkoholmenge (g/die) | 10-20 | 40-60 | 40 | 10-20 | 10 | 20-40 | 60-80 | 20-40 | 10 | 20-40 |

Tab. 1: Aufschlüsselung des Untersuchungskollektivs der Nichtraucher nach Lebensalter, Körpergewicht und Alkoholkonsum

| Versuchsperson VP | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lebensalter/ Jahre | 26 | 28 | 23 | 29 | 23 | 35 | 27 | 26 | 26 | 27 |
| Körpergewicht (kg) | 58 | 75 | 65 | 80 | 80 | 74 | 82 | 95 | 82 | 82 |
| Alkoholkonsum/ Häufigkeit | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. | reglm. |
| Alkoholkonsum/ Getränkeart | Bier/ Wein | Bier/ Wein | Bier | Bier/ Wein | Bier/ Wein | Bier | Bier/ Wein | Bier/ Wein | Wein | Bier/ Wein |
| Alkoholmenge (g/die) | 60-70 | 50-60 | 60-80 | 40-60 | 60-80 | 20-40 | 60-80 | 40-60 | 40-60 | 40 |
| Zigarettenkonsum (N/die) | 20-30 | 30-35 | 30 | 30-40 | 20-25 | 30-35 | 20 | 20 | 20-30 | 20 |
| exzessiver Zigarettenkonsum (N/Std.) | 4-5 | 6 | 4-5 | 6 | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 | 3-4 |

Tab. 2: Aufschlüsselung des Untersuchungskollektivs der Raucher nach Lebensalter, Körpergewicht, Alkohol- und Zigarettenkonsum

ermöglicht die Vorgabe von verschiedenen Reiz- und Reaktionsprogrammen. Als Reize wurden in dieser Versuchsreihe optische Reize in den Farben weiß und rot und ein akustisches Signal ausgewählt. Die Reize wurden einzeln oder paarweise angeboten. Von den Versuchspersonen wurde die Betätigung der Reaktionstaste bei gleichzeitigem Erscheinen einer Farbe, in diesem Falle rot, und des Tones erwartet. Die dabei erzielte Reaktionszeit wurde durch das Gerät in 1/100 sec angezeigt. Das Reizprogramm ist fest programmiert und wurde zweimal hintereinander angeboten, so daß insgesamt 16 Signale beantwortet werden mußten. Programmiergeräte und Zufallsgeneratoren fanden keine Anwendung. Die Ablaufgeschwindigkeit wurde durch Betätigen der Taste D 2 festgelegt. Das Zählwerk des Gerätes zählt sowohl die gesamten Reaktionen als auch die richtigen Reaktionen.

### 2.2.2. Testung am Wiener Determinationsgerät

Das Wiener Determinationsgerät* findet Anwendung als komplexes Mehrfachreiz-Reaktionsgerät unter anderem in der Verkehrspsychologie und in der Pharmakaforschung zur Untersuchung des Reaktionsverhaltens bei komplexer Reizsituation, der Dauerbelastbarkeit, der Streßfestigkeit und der Erforschung von Leistungsgrenzen.
An diesem Gerät befinden sich 10 Signallämpchen. Je zwei in den Farben gelb, blau, weiß und rot. Unter den Signallampen sind 5 mit Farbringen gekennzeichnete Reaktionstasten angeordnet. Sie werden bei Aufleuchten der entsprechenden Farbe gedrückt. Zusätzlich befindet sich sowohl seitlich rechts eine Taste, die bei Gabe eines hohen Tonsignales gedrückt wird, als auch seitlich links eine Antworttaste für den tiefen Ton. Diese Tasten sind mit Plättchen, auf denen Hoch und Tief vermerkt ist, gekennzeichnet. Das Gerät wurde

* Fa. Dr. G. Schufried Gmbh, Mödling/Österreich, Nr. 1173

mit der festverdrahteten Programmgabe betrieben. Auf ein Zusatzgerät, mit dem es möglich ist, eine Reihenfolge eigener Wahl zu programmieren, oder auf die Zuschaltung eines Zufallsgenerators wurde verzichtet. Mit der festverdrahteten Programmgabe wurden die Signale in Zyklen zu 36 Signalen gegeben. Die Testung erfolgte jeweils auf Stufe 3, das entspricht einer Zeit von 644 msec für ein Signal. Die Zeit zur Beantwortung aller Signale beträgt damit 116 Sekunden.

## 2.3. Alkoholbelastung

Am zweiten Versuchstag wurden die Probanden einer Alkoholbelastung ausgesetzt. Die Zielkonzentration betrug 1 ‰. Dazu wurde den Probanden Pils-Bier gegeben. Die erforderliche Menge wurde nach der Widmark-Formel bestimmt, so daß die Aufnahme 1 g Alkohol/kg Körpergewicht betrug.

Die Blutalkoholkonzentration sollte während des gesamten zweiten Versuchstages konstant gehalten werden. Deshalb mußte der stündliche Alkoholabbau, der sich aus dem Abbau in der Leber und der Elimination durch Atmung, Schweiß und Harn zusammensetzt, substituiert werden. Die Berechnung hierzu erfolgte nach der Widmark - Formel. Die Blutalkoholkonzentration wurde dabei regelmäßig mit Hilfe des Alcolmeters* überprüft.

Die Blutentnahme (BE) erfolgte sowohl zur Bestimmung der Blutalkoholkonzentration als auch zur Bestimmung der Carboxyhämoglobin- und Nikotinkonzentration. Das Blut wurde, nach vorherigen Desinfektion mit Sublimat, aus einer Kubitalvene entnommen.

Die Blutalkoholspiegel wurden im Institut für Gerichtliche

* Lion Laboratories, Cardiff, U.K./ Typ AED 1, Nr. 001909

Medizin der Universität Tübingen nach dem Alkoholdehydrogenase-Verfahren und gaschromatisch bestimmt. Aus den vier Einzelwerten wurde ein Mittelwert gebildet.

## 2.4. Kohlenmonoxid- und Nikotinbelastung

Die Kohlenmonoxid- und Nikotinbelastung wurde bei den Rauchern durch Rauchen von Zigaretten und bei den Nichtrauchern durch Inhalation des dabei entstehenden Tabakrauches erreicht.

Die Bestimmung der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen wurde im Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Tübingen durchgeführt.
Dabei erfolgte die Bestimmung der Carboxyhämoglobinkonzentration nach einer modifizierten Methode von IFFLAND und STICHT (1972). Das Blut wurde mit Saponinlösung hämolysiert und filtriert. Ein aliquoter Teil des Filtrates wurde in headspace-Ampullen nach Zusatz einer Kaliumferricyanid-Lösung und einiger Tropfen Octanol zur Freisetzung des Kohlenmonoxids geschüttelt. Zur CO-Analyse wurden unter Verwendung von gasdichten Spritzen Teile des überstehenden Gasraumes gaschromatographisch untersucht*. Als Bezugsgröße für die freigesetzte CO-Menge wurde der Gesamthämoglobingehalt gewählt. Diese Bestimmung erfolgte nach SCHWERD (1962) ebenfalls im Filtrat mittels der Cyan-Met-Hb-Methode photometrisch.

* Fa. Hewlett-Packard, Gaschromatograph 5750 mit Wärmeleitfähigkeitsdetektor
Säule: Glassäule 2 m, Innendurchmesser ca. 2.5 mm, Molekularsieb 5 Å
Trägergas: Helium 60 ml/min
Temperaturen: Detektor 250°C, Säule 110°C

Zur Nikotin-Bestimmung wurde Serum mit Amphetamin als innerer Standard versetzt. Nach Zugabe eines Natriumcarbonat-Natriumbicarbonat-Puffers (pH 9) wird mit Äther geschüttelt anschließend zentrifugiert. Ein aliquoter Teil der Ätherphase wird nach Zusatz eines Tropfens HCl - gesättigten Äthers im $N_2$-Strom eingedunstet. Der Rückstand wird in wenig KOH-haltigem Methanol gelöst und gaschromatographisch analysiert.*

## 2.5. Versuchsdurchführung

Am Vorabend der Versuche wurden die Probanden zur Unterweisung über den Testablauf, zur Erhebung der Anamnese, zur Demonstration der Geräte, zum Üben an den Geräten, zur Gewichtsbestimmung und zur Blutentnahme einbestellt. Der Sinn der Unterweisung bestand darin, den Probanden mit dem Versuchsablauf vertraut zu machen, ihn auf eventuelle Nebenwirkungen der Alkohol- und Tabakrauchaufnahme hinzuweisen und ihn zu verpflichten, ab 18.00 Uhr keinen Tabak und keinen Alkohol zu sich zu nehmen.

Die Testgeräte, das Wiener Determinationsgerät und das Wiener Reaktionsgerät, wurden den Versuchspersonen mehrfach demonstriert. Anschließend waren die Versuchspersonen angehalten, an den Geräten solange zu üben, bis kein Leistungszuwachs mehr festzustellen war.

* Fa. Hewlett-Packard, Gaschromatograph 5710
mit $N_2$-spezifischem Flammenionisations-Detektor
Säule: Glassäule 1,5 m, Innendurchmesser ca. 2 mm
3 % Carbowax mit 3 % KOH auf Chromsorb G NAW
Gase: Helium 30 ml/min, Wasserstoff 3 ml/min,
Luft 50 ml/min.
Temperaturen: Ofen 140° C, Detektor 350° C, Injektor 250° C

Die Blutentnahme diente der Ermittlung eines COHb-Vergleichswertes. Schließlich wurden die Versuchspersonen nochmals darauf hingewiesen, auf jeglichen Tabak- und Alkoholgenuß ab 18.00 Uhr zu verzichten und am nächsten Tag, dem ersten Versuchstag, erneut um 10.30 Uhr im Institut zu erscheinen.

Am ersten Versuchstag erfolgte zunächst ein Testdurchgang an beiden Testgeräten (Tab. 3). Die Ergebnisse der Nichtraucher wurden mit denjenigen des Vorabends verglichen. Bis zum eigentlichen Testbeginn um 11.30 Unr wurde eine Pause eingelegt. Um 11.30 Uhr wurde bei den Probanden eine Blutentnahme durchgeführt, anschließend begann der erste Testdurchgang. Die Versuchsperson begann zunächst mit dem Test am Wiener Determinationsgerät, unmittelbar anschließend erfolgte der Test am Wiener Reaktionsgerät. Dieser Test erfolgte für den Nichtraucher unter den für inn normalen Bedingungen. Der Raucher befand sich hingegen seit 18.00 Uhr des Vorabends im Tabakentzug.
Nach seiner Testung wurde der Raucher aufgefordert exzessiv zu rauchen, d.h. bis 13.00 Uhr sollte er die maximale Menge an Zigaretten zu sich nehmen, die er auch in Ausnahmesituationen zu konsumieren pflegte. Während dieses Zeitraumes saß ihm der Nichtraucher gegenüber. Um 13.00 Uhr wurde beiden Versuchspersonen erneut Blut entnommen. Anschließend erfolgte die Testung wie oben beschrieben. Mit diesem Test wurde das Reaktionsverhalten des Nichtrauchers bei starker Rauchbelastung und das des Rauchers bei forciertem Rauchen untersucht.
Nach Abschluß dieses Testes wurde in Begleitung des Versuchsleiters in einer nahegelegenen Gaststätte ein leichtes Mittagessen eingenommen. Der Raucher sollte während dieser Zeit normal rauchen. Gegen 14.00 Uhr wurde der Versuch fortgesetzt. Hierbei sollte der Raucher in Gegenwart des Nichtrauchers bis zum letzten Test des ersten Tages sein gewöhnliches Quantum an Zigaretten zu sich nehmen. Um 16.00 Uhr erfolgte erneut eine Blutentnahme beider Probanden mit anschließendem Test. Für den Raucher stellten diese Testbe-

| Uhrzeit | Rauchen | Wiener Reaktionstest<br>Wiener Determinationstest | Blutentnahme |
|---|---|---|---|
| 10.30 | | Kontrolltest | |
| 11.30 | | 1. Testung<br>Raucher im Entzug<br>Nichtraucher unter Normal-bedingungen | 1. BE<br>(COHb, Nikotin, BAK) |
| 11.30-13.00 | forciertes Rauchen | | |
| 13.00 | | 2. Testung<br>Raucher bei forciertem Rauchen<br>Nichtraucher bei starker Rauch-belastung | 2. BE<br>(COHb, Nikotin) |
| 13.00-14.00 | | Mittagspause | |
| 13.00-16.00 | normales Rauchen | | |
| 16.00 | | 3. Testung<br>Raucher unter Normalbedingungen<br>Nichtraucher bei geringer Rauch-belastung | 3. BE |

Tab. 3: Versuchsablauf am ersten Untersuchungstag

dingungen einen Normalzustand dar. Die Resultate dieses Testes wurden deshalb als Ausgangswerte des ersten Versuchstages betrachtet. Der Nichtraucher hingegen wurde in diesem Test einer geringen Rauchbelastung ausgesetzt. Nach Einbestellung auf den nächsten Tag mit dem Hinweis wiederum auf jeglichen Alkohol- und Tabakkonsum zu verzichten, wurden die Probanden entlassen.

Am zweiten Versuchstag wurde den Probanden um 8.00 Uhr Blut zur Untersuchung der Blutalkoholkonzentration und der Feststellung der COHb-Konzentration entnommen (Tab. 4). Von 8.00 bis 9.30 Uhr mußten die Probanden eine für sie nach der Widmark-Formel individuell errechnete Menge an Bier trinken, um auf die Ziel-Blutalkoholkonzentration zu gelangen. Von 9.30 - 11.30 Uhr nahmen die Probanden diejenige Menge an Alkohol zu sich, die sie seit Trinkbeginn in etwa abgebaut hatten.

Um 11.30 Uhr erfolgte erneut eine Blutentnahme und die Durchführung des 1. Testes in derselben Weise, wie am ersten Versuchstag. Die Ergebnisse dieses Versuches stellten die "Normalwerte" der alkoholbeeinflußten Nichtraucher und die Entzugswerte der alkoholbeeinflußten Raucher dar. Anschließend wurde der Raucher, wie bereits am ersten Versuchstag, aufgefordert forciert zu rauchen. Der Nichtraucher saß dabei wiederum dem Raucher gegenüber. Die nächste Blutentnahme und Testung erfolgten um 13.00 Uhr in der bereits oben beschriebenen Art und Weise. Damit wurden die Ergebnisse der alkoholbeeinflußten Raucher bei forciertem Rauchen und die Ergebnisse der alkoholbeeinflußten Nichtraucher bei starker Rauchbelastung ermittelt. Anschließend wurde wiederum ein Mittagessen in einer Gaststätte eingenommen und der Test gegen 14.00 Uhr fortgesetzt. Der Raucher sollte dabei ein für ihn typisches Rauchverhalten zeigen. Um 16.00 Uhr fanden dann die letzte Blutentnahme und der letzte Test statt. Dieser Test diente der Ermittlung der Ausgangswerte des alkoholbeeinflußten Rauchers und der Resultate des alkoholbeeinflußten Nichtrauchers bei geringer Rauchbelastung.

| Uhrzeit | Rauchen | Trinken | Wiener Reaktionstest<br>Wiener Determinationstest | Blutentnahme |
|---|---|---|---|---|
| 8.00 | | | | 4. BE<br>(COHb, Nikotin, BAK) |
| 8.00 | | Trink-<br>beginn | | |
| 11.30 | | | 1. Testung<br>Raucher im Entzug<br>Nichtraucher unter Normal-<br>bedingungen | 5. BE<br>(COHb, Nikotin, BAK) |
| 11.30-13.00 | forciertes<br>Rauchen | | | |
| 13.00 | | | 2. Testung<br>Raucher bei forciertem Rauchen<br>Nichtraucher bei starker<br>Rauchbelastung | 6. BE<br>(COHb, Nikotin, BAK) |
| 13.00-14.00 | | | Mittagspause | |
| 13.00-16.00 | normales<br>Rauchen | | | |
| 16.00 | | Trink-<br>ende | 3. Testung<br>Raucher unter Normalbedingungen<br>Nichtraucher bei geringer<br>Rauchbelastung | 7. BE<br>(COHb, Nikotin, BAK) |

Tab. 4: Versuchsablauf am zweiten Untersuchungstag

Während des gesamten Versuchstages wurde die Blutalkohol-
konzentration mit Hilfe des Alcolmeters regelmäßig über-
prüft.

# 3. Ergebnisse

## 3.1. Reaktionszeitmessung am Wiener Reaktionsgerät

Die Ergebnisse jedes einzelnen Versuchsteilnehmers finden sich in den Tabellen 5 - 16.

### 3.1.1. Nichtraucher

Mit diesem Test wurde für jeden einzelnen Nichtraucher die Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät unter normalen Bedingungen ermittelt (Tab. 5). Die Versuchspersonen erschienen dazu am ersten Versuchstag nüchtern und ausgeruht. Nach einem Kontrolltest, ob die Probanden die Reaktionszeiten vom Vorabend erreichten, wurde mit den eigentlichen Versuchen begonnen. Die Reaktionszeiten dieser Testung bilden die individuellen Ausgangswerte des ersten Versuchstages. Als Mittelwert ergibt sich dabei eine Reaktionszeit von 306 msec mit einer relativ hohen Streuung von s = 108. Die kürzeste Reaktionszeit wird von Versuchsperson 4 mit 241 msec, jedoch mit der hohen Anzahl von 4 Wahlfehlern erreicht. Proband 5 ist nur unwesentlich langsamer. Die Standardabweichung seiner Reaktionszeit ist geringer als die von Versuchsperson 4, auch hat er dabei weder Wahlfehler noch Wahlversager zu verzeichnen. Der mit Abstand langsamste Versuchsteilnehmer 10 reagiert mit seiner durchschnittlichen Reaktionszeit von 414 msec retrospektiv langsamer als während des Einübens am Vorabend.

Die durchschnittliche Kohlenmonoxidkonzentration der Versuchsteilnehmer beträgt 1,63 % mit einer hohen Standardabweichung von 0,82. Die höchste Konzentration wird bei Versuchsperson 4 mit 3 %, die niedrigste bei Proband 6 mit 0,55 % bestimmt.

Tab. 5: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs (Ausgangssituation)

| VP | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 316 | 127 | 293 | 96 | 1 | 2 |
| 2 | 282 | 76 | 282 | 76 | 0 | 2 |
| 3 | 250 | 41 | 250 | 41 | 0 | 1 |
| 4 | 241 | 73 | 241 | 73 | 0 | 4 |
| 5 | 243 | 53 | 243 | 53 | 0 | 0 |
| 6 | 253 | 73 | 253 | 73 | 0 | 0 |
| 7 | 311 | 140 | 262 | 56 | 2 | 1 |
| 8 | 370 | 92 | 370 | 92 | 0 | 2 |
| 9 | 378 | 97 | 378 | 97 | 0 | 0 |
| 10 | 414 | 80 | 414 | 80 | 0 | 0 |
| Gesamt | 306 | 108 | 299 | 98 | 0,3 | 1,2 |

VP: Versuchspersonen
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

Die Nikotinkonzentration erreicht mit durchschnittlich 6,14 ng/g und einer Standardabweichung von 5,64 den niedrigsten Wert des ersten Versuchstages.
Die Versuchsteilnehmer 10 und 8 weisen mit 17 ng/g bzw. 11 ng/g die höchsten Nikotinkonzentrationen auf. Die geringste Konzentration wird bei Proband 1 mit 1 ng/g festgestellt.

### 3.1.2. Passivraucher bei geringer Rauchbelastung

In der dritten Untersuchungsphase wurde getestet, wie Passivraucher bei geringer Rauchbelastung reagieren. Hierzu wurden die Nichtraucher über drei Stunden einer mäßigen Rauchbelastung ausgesetzt. In summa ergibt sich dabei eine deutliche Verkürzung der Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät, wie das am Mittelwert der Tabelle 6 zum Ausdruck kommt.
Wie im Leistungsprofil erkennbar ist (Abb. 1) weisen 9 von 10 Versuchspersonen eine Reaktionszeitverkürzung auf, während bei nur einer Versuchsperson eine Verlängerung der Reaktionszeit zu registrieren ist. Hiermit liegt das Schwergewicht im Leistungsprofil eindeutig auf Seiten einer Reaktionszeitverkürzung. Die auffälligste Leistungsverbesserung zeigt VP 10. Bei dieser Versuchsperson ist die Reaktionszeit während des Passivrauchens um rund 100 msec kürzer als der Ausgangswert. Hierzu ist jedoch anzumerken, daß der Ausgangswert mit 414 msec ausgesprochen hoch ist. Eine geringe Verlängerung der Reaktionszeit bei geringer Rauchbelastung ist bei Versuchsperson 5 festzustellen, wobei gleichzeitig eine Zunahme an Wahlfehlern vorliegt. Diese Versuchsperson hat bei der primären Testung eine der kürzesten Reaktionszeiten unter den Nichtrauchern. VP 4 hat die kürzeste Reaktionszeit als Ausgangswert, kann sich bei geringer Rauchbelastung diesbezüglich noch verbessern, wobei jedoch eine relativ hohe Zahl an Wahlfehlern auftritt.

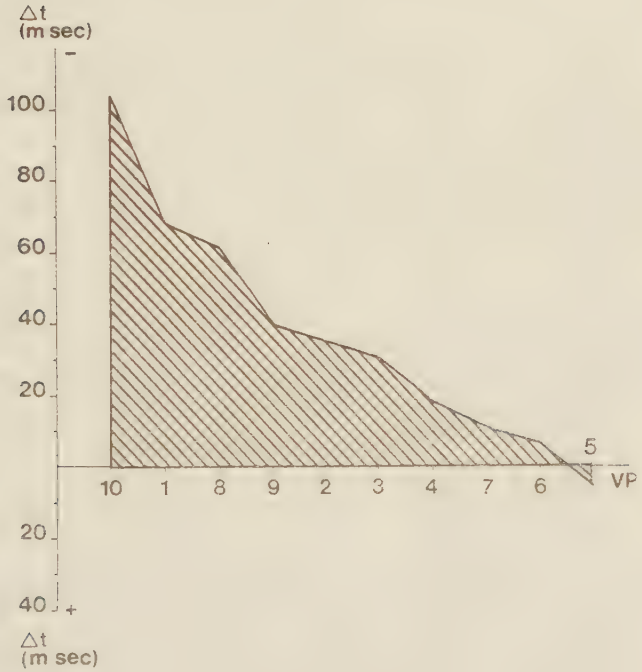



Abb. 1: Änderung der Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät für Nichtraucher bei geringer Rauchbelastung

Tab. 6: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs bei geringer passiver Rauchbelastung

| VP | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 248 | 53 | 248 | 53 | 0 | 4 |
| 2 | 247 | 57 | 247 | 57 | 0 | · |
| 3 | 219 | 46 | 219 | 46 | 0 | 0 |
| 4 | 223 | 105 | 223 | 105 | 0 | 6 |
| 5 | 249 | 80 | 249 | 80 | 0 | 2 |
| 6 | 246 | 87 | 246 | 87 | 0 | 1 |
| 7 | 300 | 72 | 300 | 72 | 0 | 0 |
| 8 | 308 | 74 | 308 | 74 | 0 | 3 |
| 9 | 338 | 138 | 318 | 119 | 1 | 0 |
| 10 | 310 | 55 | 310 | 55 | 0 | 0 |
| Gesamt | 269 | 90 | 267 | 86 | 0,1 | 1,7 |

VP: Versuchspersonen
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > o,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

Die Carboxyhämoglobinkonzentration liegt bei dieser Testung mit durchschnittlich 1,92 % und einer Standardabweichung von 0,91 relativ hoch. Die Versuchspersonen 4, 5 und 8 weisen mit etwa 3 % COHb die höchsten Konzentrationen auf. Der Grenzwert nach unten wird bei Versuchsperson 6 mit 0,5 % COHb ermittelt.

Die Untersuchung der Blutproben auf Nikotin ergibt einen Durchschnittswert von 13,4 ng/g bei einer hohen Standardabweichung von 8,32. Dieser Wert stellt somit den höchsten Durchschnittswert für Nikotin am ersten Versuchstag der Nichtraucher dar.

Der Vergleich der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen bei unbelasteten und gering rauchbelasteten Nichtrauchern dokumentiert Abb. 2. Man erkennt einen Anstieg beider Konzentrationen, vor allem jedoch eine deutliche Konzentrationszunahme an Nikotin.

### 3.1.3. Passivraucher bei starker Rauchbelastung

Sinn des Testes war es, das Reaktionszeitverhalten der Passivraucher unter starker Rauchbelastung zu untersuchen. Die Nichtraucher wurden zu diesem Zweck 90 Minuten einer starken Rauchbelastung durch das Kollektiv der Raucher ausgesetzt. Gegenüber der ersten Untersuchung, - Nichtraucher -, zeigt sich im Mittel eine geringe Verbesserung der Reaktionszeiten am Wiener Reaktionsgerät von 16 msec (Tab. 7). Die größte Leistungssteigerung erreichte dabei Versuchsteilnehmer 10 mit einer Reaktionszeitverkürzung von 94 msec, wobei allerdings ein Wahlversager zu verzeichnen ist. Selbst unter Berücksichtigung dieses Wahlversagers verbessert sich die durchschnittliche Reaktionszeit des Probanden um 74 msec. Angemerkt werden muß aber, daß der Ausgangswert sehr hoch und langsamer als am Übungsabend ist. Versuchsperson 9 rea-

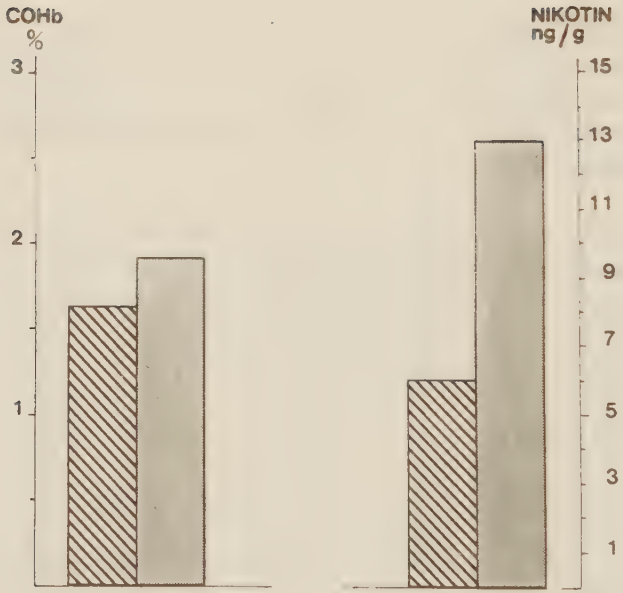



Abb. 2: Änderung der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen für Nichtraucher bei geringer Rauchbelastung

giert im Mittel um 75 msec schneller und erreicht einen Durchschnittswert von 303 msec, der aber immer noch über dem Mittelwert des Gesamtkollektivs liegt. Die Zahl der Wahlfehler und Wahlversager nimmt dabei nicht zu. Die stärkste Leistungseinbuße ist bei Versuchsperson 4 zu registrieren. Die Reaktionszeit verlängert sich im Mittel um 37 msec. Läßt man den in diesem Versuch erzielten Wahlversager außer Betracht, so verlängert sich die durchschnittliche Reaktionszeit immer noch um 15 msec.

In der Gegenüberstellung der Reaktionszeiten von Passivrauchern bei geringer und starker Rauchbelastung (Abb. 3) zeigen die Passivraucher mit starker Rauchbelastung mehrheitlich längere Reaktionszeiten am Wiener Reaktionsgerät. Als Ausdruck dieser Verschlechterung ist auch der Mittelwert aus Tabelle 7 anzusehen, der gegenüber dem Mittelwert der Passivraucher bei geringer Rauchbelastung um 21 msec höher liegt (Tab. 6). Die stärkste Leistungseinbuße ist bei Versuchsperson 8 zu registrieren, deren Reaktionszeit sich im Mittel von 308 auf 389 msec verlängert und somit auch noch 19 msec länger als der Ausgangswert ist. Lediglich Versuchsperson 9 kann sich während dieses Versuches sowohl in Bezug auf die Wahlversager, als auch in Bezug auf die Reaktionszeit verbessern. Hier ist jedoch festzustellen, daß der Ausgangswert der Reaktionszeit von VP 9 der Zweithöchste bei der primären Testung war. Versuchsperson 5 reagiert unter starker Rauchbelastung geringfügig schneller und kann Wahlfehler vermeiden.

Mit einem durchschnittlichen Wert von 1,62 % COHb und einer Standardabweichung von 0,72 liegt die Kohlenmonoxidkonzentration an diesem Tag relativ niedrig.
Die extremen Kohlenmonoxidkonzentrationen sind wiederum bei Versuchsperson 6 und 4 festzustellen. Die durchschnittlich ermittelten 10,0 ng/g Nikotin liegen zwischen dem Ausgangstest und der Testung bei geringer Rauchbelastung. Der größte Anstieg der Nikotinkonzentration wird bei Versuchsteil-

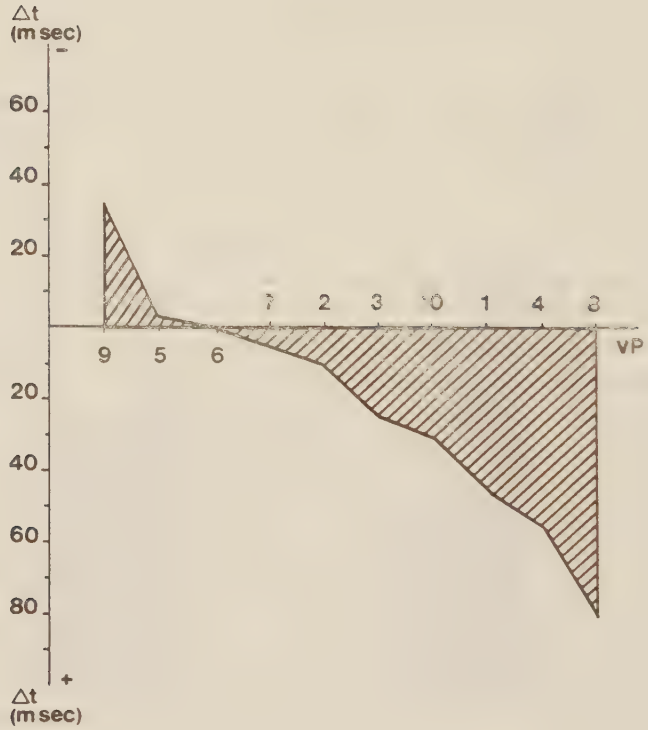



Abb. 3: Vergleich der Reaktionszeiten am Wiener Reaktionsgerät zwischen Passivrauchern bei geringer und starker Rauchbelastung

Tab. 7: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs bei starker passiver Rauchbelastung

| VP | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 293 | 74 | 293 | 74 | 0 | 1 |
| 2 | 257 | 95 | 257 | 95 | 0 | 1 |
| 3 | 244 | 58 | 244 | 58 | 0 | 1 |
| 4 | 278 | 136 | 256 | 108 | 1 | 4 |
| 5 | 246 | 86 | 246 | 86 | 0 | 0 |
| 6 | 246 | 63 | 246 | 63 | 0 | 1 |
| 7 | 305 | 110 | 305 | 110 | 0 | 1 |
| 8 | 389 | 99 | 389 | 99 | 0 | 2 |
| 9 | 303 | 86 | 303 | 86 | 0 | 0 |
| 10 | 340 | 104 | 320 | 72 | 1 | 0 |
| Gesamt | 290 | 104 | 286 | 97 | 0,2 | 1,1 |

VP: Versuchspersonen
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

nehmer 9 beobachtet.
Im wesentlichen zeigt sich bei starker Rauchbelastung eine deutliche Konzentrationszunahme an Nikotin, während die Kohlenmonoxidkonzentrationen nur geringe Veränderungen aufweisen (Abb. 4).

### 3.1.4. Raucher

In diesem Test wurden die Ausgangswerte des ersten Versuchstages für jeden einzelnen Raucher unter normalen Bedingungen am Wiener Reaktionsgerät ermittelt. Um dies zu erreichen, sollten die Raucher von 13 Uhr bis 16 Uhr nur die Anzahl von Zigaretten rauchen, die sie auch unter üblichen Verhältnissen in dieser Zeit konsumiert hätten. Diese Zahl wurde am Vorabend des ersten Versuchstages erfragt.
Die arithmetischen Mittel aller Reaktionszeiten ergeben eine Reaktionszeit von 272 msec (Tab. 8). Die Standardabweichung liegt mit 95 relativ hoch. Am langsamsten reagiert Versuchsperson 17 mit einer durchschnittlichen Reaktionszeit von 338 msec und einer hohen Streuung von s = 153. Versuchsperson 14 erreicht mit 19 msec die kürzeste Reaktionszeit. Die Standardabweichung ist mit 93 jedoch hoch. Außerdem sind in diesem Test 2 Wahlfehler zu registrieren. Nur zwei der zehn Versuchspersonen, die Probanden 17 und 20, bleiben wahlfehlerfrei.

Die in diesem Test ermittelten Kohlenmonoxidkonzentrationen liegen im Durchschnitt bei 8,13 % bei einer relativ geringen Streuung von s = 2,47. Damit wird der höchste Wert des ersten Versuchstages erreicht. Vier Probanden, nämlich die Versuchspersonen 12, 13, 14 und 15, liegen über 10 % COHb. Die Versuchsteilnehmer 18 und 16 liegen mit 4 % bzw. 5,4 % deutlich darunter.

Als Ergebnis der Bestimmung der Nikotinkonzentrationen wer-

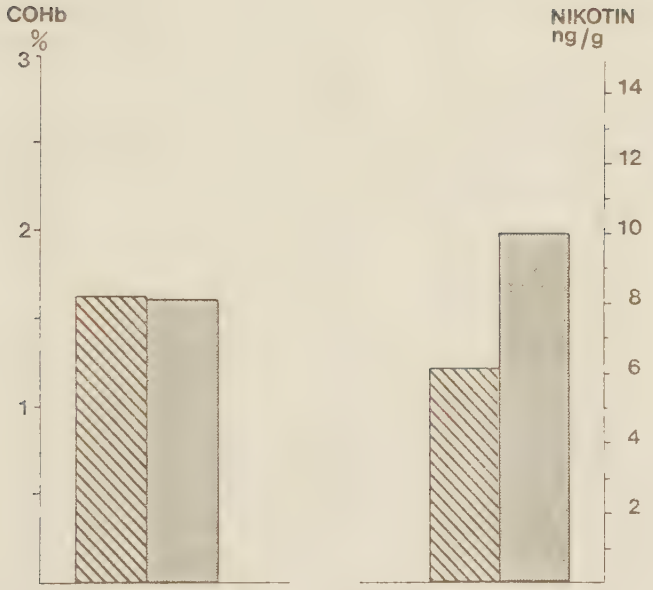



Abb. 4: Änderung der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen für Nichtraucher bei starker Rauchbelastung

Tab. 8: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs (Ausgangssituation)

| VP | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 281 | 73 | 281 | 73 | 0 | 2 |
| 12 | 250 | 77 | 250 | 77 | 0 | 2 |
| 13 | 268 | 46 | 268 | 46 | 0 | 1 |
| 14 | 190 | 93 | 190 | 93 | 0 | 2 |
| 15 | 286 | 52 | 286 | 52 | 0 | 1 |
| 16 | 260 | 61 | 260 | 61 | 0 | 2 |
| 17 | 338 | 153 | 312 | 121 | 0 | 0 |
| 18 | 289 | 97 | 289 | 97 | 1 | 2 |
| 19 | 291 | 87 | 291 | 87 | 0 | 2 |
| 20 | 270 | 92 | 270 | 92 | 0 | 0 |
| Gesamt | 272 | 95 | 270 | 88 | 0,1 | 1,4 |

VP: Versuchsperson
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet.

den im Schnitt 81,3 ng/g mit einer hohen Standardabweichung von 49,56 ermittelt. Dies ist der zweithöchste Wert des ersten Versuchstages bei den Rauchern.
Mit 216 ng/g liegt die Nikotinkonzentration von Versuchsperson 14 auffallend hoch. Bei vier Probanden werden Konzentrationen zwischen 80 ng/g und 90 ng/g festgestellt.

Vergleicht man die Konzentrationen für Kohlenmonoxid und Nikotin für die Raucher am Vorabend der Testung mit denen des Testdurchgangs, so liegen die in Abbildung 5 dargestellten Verhältnisse vor. Sowohl die Kohlenmonoxid, als auch die Nikotinkonzentrationen liegen im Durchschnitt deutlich höher.

### 3.1.5. Deprivierte Raucher

Dieser Test sollte Aufschluß darüber geben, ob Raucher, die längere Zeit auf ihre gewohnte Zigarette verzichten müssen, Änderungen der Reaktionszeit zeigen. Die Raucher mußten sich hierzu verpflichten, vom Vorabend des Testes bis zum Testbeginn am Versuchstag um 11.30 Uhr, auf jeglichen Tabakgenuß zu verzichten.
Wie der Mittelwert aus Tabelle 9 zeigt, ergibt sich insgesamt eine deutliche Verlängerung der mittleren Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät um 54 msec auf 326 msec. Ebenso findet diese Verlängerung ihren Ausdruck im Leistungsprofil (Abb. 6). Danach kann nur Versuchsperson 15 eine Verkürzung der Reaktionszeit erzielen. Gleichzeitig geht die Anzahl seiner Wahlfehler auf Null zurück. Im Ausgangstest kann Versuchsperson 15 jedoch nur eine Reaktionszeit erzielen, die langsamer als der Durchschnitt ist. Der mit Abstand größte Leistungseinbruch ist bei Versuchsperson 12 festzustellen. Es nimmt nicht nur die Reaktionszeit von 250 msec auf 356 msec und die Anzahl der Wahlversager um 1 zu, sondern die Anzahl der Wahlfehler verdoppelt sich. Berücksichtigt man den Wahlversager nicht, erreicht Versuchsperson 12 ebenfalls nur eine Reaktionszeit, die mit 324 msec deutlich

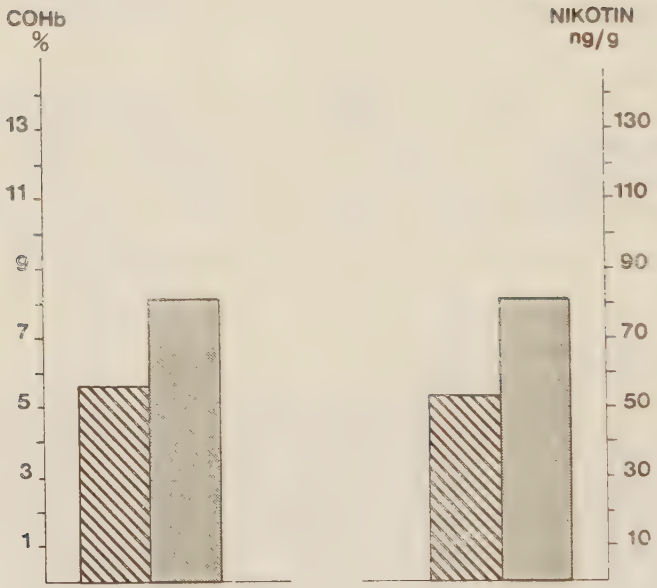



Abb. 5: Änderung der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen für Raucher und alkoholbeeinflußte Raucher unter "normalen" Bedingungen

Tab. 9: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs unter Entzugsbedingungen (deprivierte Raucher)

| VP | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 355 | 116 | 336 | 93 | 1 | 2 |
| 12 | 356 | 137 | 324 | 59 | 1 | 4 |
| 13 | 333 | 55 | 333 | 55 | 0 | 0 |
| 14 | 263 | 93 | 263 | 93 | 0 | 2 |
| 15 | 264 | 43 | 264 | 43 | 0 | 0 |
| 16 | 318 | 56 | 318 | 56 | 0 | 0 |
| 17 | 408 | 113 | 391 | 97 | 1 | 0 |
| 18 | 344 | 100 | 344 | 100 | 4 | 4 |
| 19 | 319 | 93 | 319 | 93 | 1 | 1 |
| 20 | 304 | 85 | 304 | 85 | 0 | 0 |
| Gesamt | 326 | 102 | 320 | 88 | 0,8 | 1,3 |

VP: Versuchsperson
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

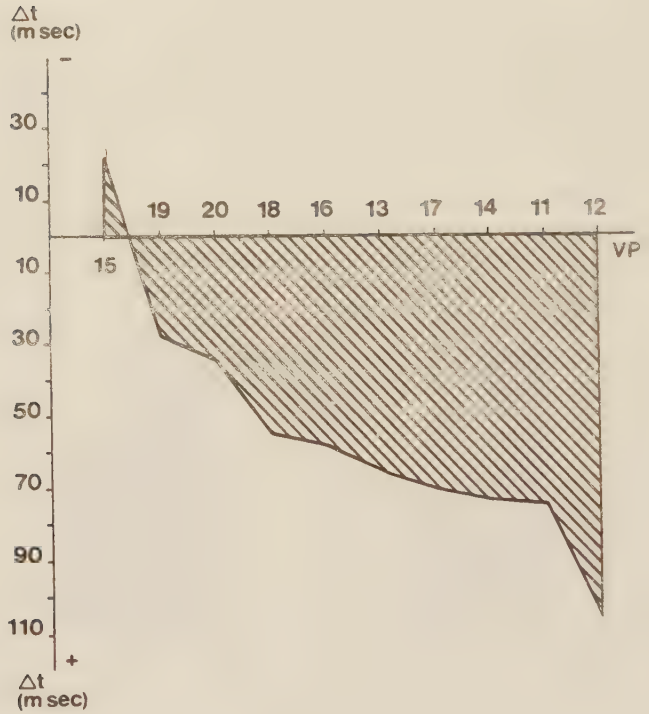



Abb. 6: Änderung der Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät für Raucher im Entzug (deprivierte Raucher)

langsamer als der Ausgangswert ist. Dieser Ausgangswert liegt aber mit 250 msec relativ niedrig. Versuchsperson 14, die mit 190 msec durchschnittlicher Reaktionszeit den besten Ausgangswert erzielt, läßt unter Entzugsbedingungen ebenfalls eine wesentliche Verlängerung der Reaktionszeit erkennen. Aber auch die Versuchspersonen 11 und 17, die bereits langsamer als der Durchschnitt reagieren, werden nochmals langsamer.

Bei den Probanden des Raucherkollektivs wird durchweg die geringste Kohlenmonoxidkonzentration des ersten Versuchstages festgestellt. Dies schlägt sich auch in der geringsten durchschnittlichen COHb Konzentration von 3,21 % nieder. Die Standardabweichung beträgt 1,39.

Ebenfalls ist mit 18,3 ng/g die geringste Nikotinkonzentration des ersten Versuchstages zu bemerken. Die Standardabweichung liegt jedoch mit 21,72 ausgesprochen hoch. Abbildung 7 soll verdeutlichen, daß es im Entzug bei den Rauchern zu deutlichen Konzentrationsabnahmen von Kohlenmonoxid und Nikotin kommt.

### 3.1.6. Raucher bei forciertem Zigarettenkonsum

Der zweite Test des ersten Versuchstages diente der Untersuchung, ob und in welchem Ausmaß forciertes Rauchen Einfluß auf die Reaktionszeit hat. Die Raucher wurden nach 17 1/2 stündigem Tabakentzug aufgefordert, 90 Minuten lang exzessiv zu rauchen. Dabei sollten sie aber nicht über die maximale Anzahl Zigaretten hinaus gehen, die sie auch in bestimmten Ausnahmesituationen zu rauchen pflegten. Diese Menge wurde am Vorabend erfragt.

Die Auswertung der Reaktionszeiten läßt eine eindeutige Verlangsamung am Wiener Reaktionsgerät erkennen. Die durch-

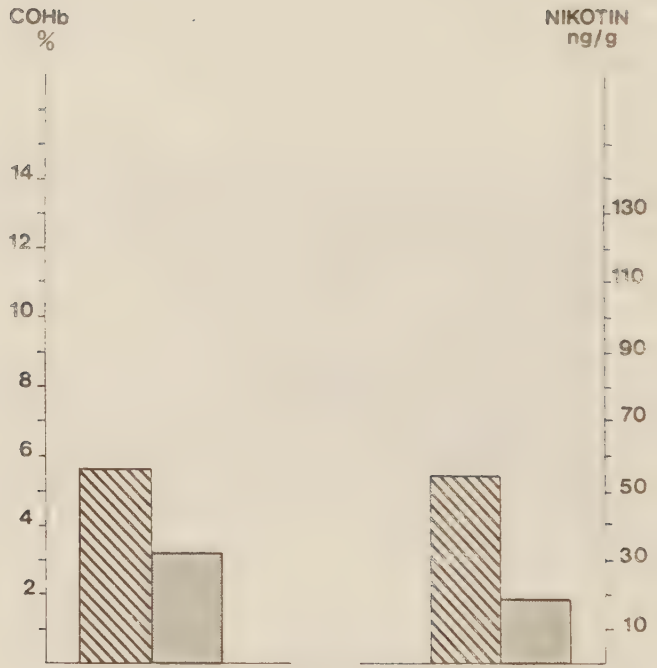



Abb. 7: Änderung der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen für Raucher im Entzug

schnittliche Reaktionszeit erhöht sich bei forciertem Rauchen gegenüber dem Ausgangswert auf 298 msec (Tab. 10), wobei der überwiegende Teil der Versuchspersonen eine Verlangsamung der Reaktionszeit zwischen 5 msec und 58 msec zeigt (Abb. 6). Auch hier reagiert Proband 12 mit einem Anstieg der Reaktionszeit von 250 msec auf 308 msec und einer Verdoppelung der Wahlfehler am deutlichsten auf die Rauchbelastung. Er liegt damit aber immer noch besser als im vorhergehenden Test als deprivierter Raucher. In diesem Zusammenhang ist aber auf den niedrigen Ausgangswert von 250 msec der Versuchsperson 12 hinzuweisen. Versuchsteilnehmer 15 erzielt eine Verkürzung der Reaktionszeit, die aber mit 7 msec geringer ausfällt als im Entzugstest. Versuchsperson 18, die ihre Reaktionszeit ebenfalls verbessert, zeigt sich in diesem Test sehr konzentriert. Während dieses Testes gelingt VP 18 eine Verkürzung der Reaktionszeit um 6 msec gegenüber dem Ausgangswert. Gleichzeitig nehmen aber die Wahlfehler von 2 bzw. 4 auf 11 zu.
Aus dem Leistungsprofil (Abb. 8) geht eindeutig hervor, daß es in summa zu einer Verlängerung der Reaktionszeiten kommt. Lediglich Versuchsperson 15 und 18 können ihre Reaktionszeit verbessern.

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen liegen im Mittel bei 7,55 %. Die Streuung beträgt s = 2,58. Die durchschnittliche Carboxyhämoglobinkonzentration liegt somit zwischen den Ergebnissen der beiden anderen Testungen für Raucher am ersten Versuchstag.
Bei 5 Probanden werden COHb-Konzentrationen um 5 %, bei 3 Versuchspersonen über 10 % festgestellt.

Die Nikotinkonzentration ist mit durchschnittlich 95,9 ng/g in dieser Testung am höchsten. Die Standardabweichung beträgt allerdings 53,35.
Verglichen mit der Untersuchung am Vorabend werden bei der Testung "forciertes Rauchen" im Mittel höhere Kohlenmon-

Tab 10: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs bei forciertem Rauchen

| VP | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 286 | 97 | 286 | 97 | 0 | 1 |
| 12 | 308 | 103 | 308 | 103 | 0 | 4 |
| 13 | 284 | 62 | 284 | 62 | 0 | 0 |
| 14 | 227 | 94 | 227 | 94 | 0 | 1 |
| 15 | 279 | 59 | 279 | 59 | 1 | 0 |
| 16 | 279 | 74 | 279 | 74 | 0 | 0 |
| 17 | 386 | 144 | 349 | 111 | 2 | 0 |
| 18 | 283 | 64 | 283 | 64 | 0 | 11 |
| 19 | 316 | 89 | 316 | 89 | 0 | 1 |
| 20 | 326 | 91 | 326 | 91 | 0 | 1 |
| Gesamt | 297 | 99 | 294 | 92 | 0,3 | 1,9 |

VP: Versuchsperson
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet.

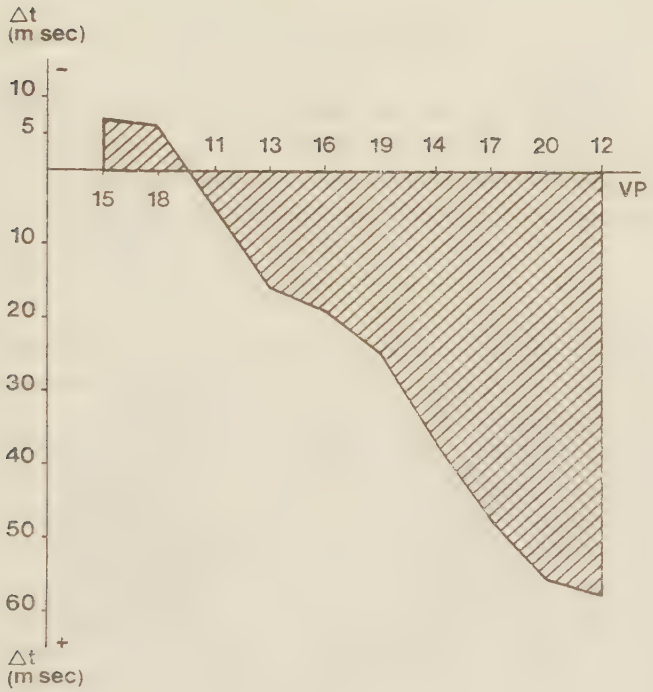



Abb. 8: Änderung der Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät für Raucher bei forciertem Rauchen

oxid- und Nikotinkonzentrationen erreicht, wie Abbildung 9 zu entnehmen ist.

### 3.1.7. Alkoholbeeinflußte Nichtraucher

In diesem Test wurden die Nichtraucher einer Alkoholbeeinflussung ausgesetzt. Die Zielkonzentration betrug etwa 1 ‰. Anschließend wurden die "normalen" Reaktionszeiten am Wiener Reaktionsgerät für die alkoholbeeinflußten Nichtraucher ermittelt. Diese Ergebnisse dienten als Ausgangswerte des 2. Versuchstages.

Die Summe aller Messungen ergeben im Mittel eine Reaktionszeit von 299 msec (Tab. 11). Die Standardabweichung beträgt 103. Versuchsperson 10 reagiert mit durchschnittlich 364 msec am langsamsten. Die geringste durchschnittliche Reaktionszeit erreicht Versuchsperson 4 mit 188 msec. Die höchste Zahl an Wahlfehlern ist bei Versuchsperson 2 und 8 zu registrieren. Versuchsperson 2 weist jedoch mit 1,3 ‰ die höchste BAK auf. Die durchschnittliche Reaktionszeit von VP 8 ist mit 281 msec kürzer als der Durchschnittswert. Der BAK Spiegel beträgt im Mittel 1,07 ‰. Die Gegenüberstellung mit den Nichtrauchern ohne Alkoholeinfluß zeigt ein heterogenes Bild (Abb. 10). In nüchternem Zustand reagieren 5 Personen schneller, die anderen 5 zeigen eine Verlangsamung in ihrer Reaktionszeit.

Mit durchschnittlich 1,52 % COHb wird die niedrigste CO-Konzentration dieses Versuchtages bei den Nichtrauchern erreicht. Die Streuung beträgt s = 0,85.
Die höchste COHb-Konzentration wird bei Proband 5 mit 2,91 %, die niedrigste Konzentration bei Testperson 6 mit 0,35 % ermittelt.

Bei vier Versuchsteilnehmern liegen Nikotinkonzentrationen

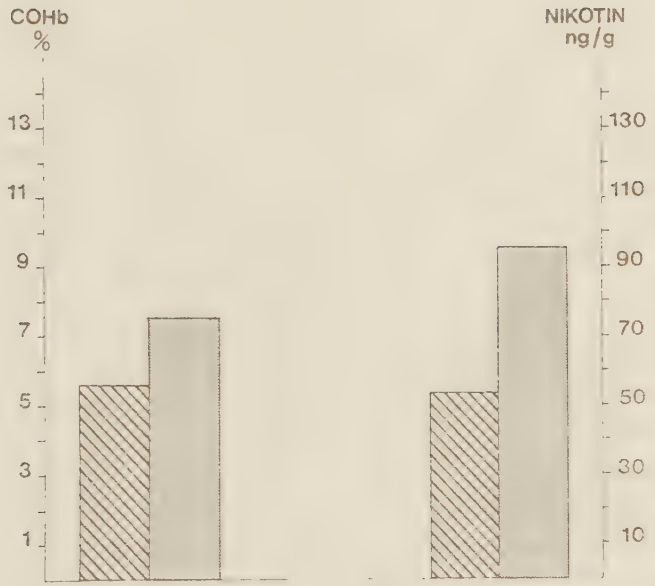



Abb. 9: Änderung der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen für Raucher bei forciertem Rauchen

Tab. 11: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs unter Alkoholeinfluß (Ausgangssituation)

| VP | BAK ‰ | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,12 | 324 | 103 | 324 | 103 | 1 | 1 |
| 2 | 1,30 | 319 | 120 | 319 | 120 | 0 | 3 |
| 3 | 1,14 | 247 | 53 | 247 | 53 | 0 | 0 |
| 4 | 0,97 | 188 | 60 | 188 | 60 | 1 | 0 |
| 5 | 0,99 | 296 | 86 | 296 | 86 | 0 | 1 |
| 6 | 0,91 | 282 | 60 | 282 | 60 | 0 | 0 |
| 7 | 1,27 | 355 | 132 | 334 | 109 | 2 | 1 |
| 8 | 0,96 | 281 | 76 | 281 | 76 | 0 | 3 |
| 9 | 0,83 | 335 | 108 | 315 | 82 | 2 | 1 |
| 10 | 1,24 | 364 | 68 | 364 | 68 | 0 | 1 |
| Gesamt | 1,07 s=0,16 | 299 | 103 | 295 | 97 | 0,6 | 1,1 |

VP: Versuchsperson
BAK: Blutalkoholkonzentration
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

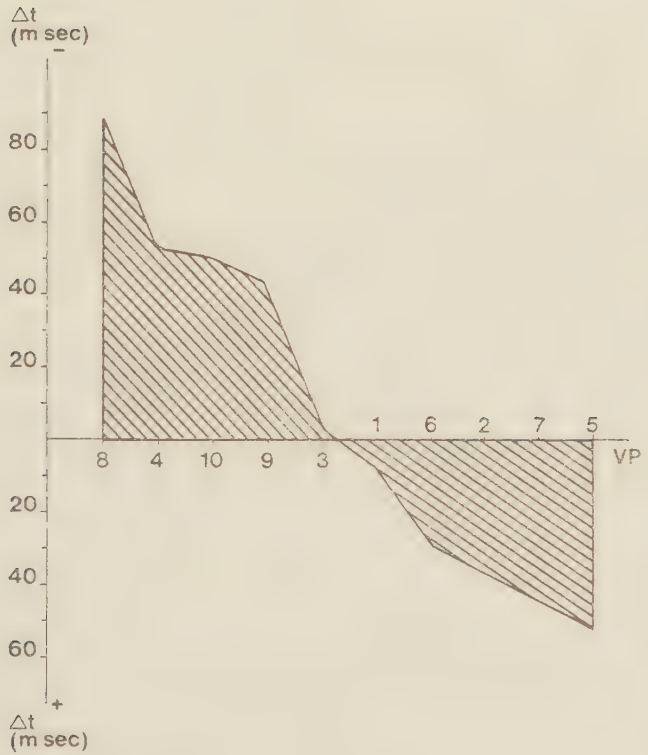



Abb. 10: Änderung der Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät für Nichtraucher bei Alkoholbeeinflussung (BAK: 1,07 ‰ ± 0,16)

von 11 ng/g oder darüber vor. Die errechnete Durchschnittskonzentration beträgt 8,86 ng/g mit einer Standardabweichung von 3,24.

### 3.1.8. Alkoholbeeinflußte Passivraucher bei geringer Rauchbelastung

Zum Abschluß der Versuchsreihe wurde getestet, wie alkoholbeeinflußte Passivraucher bei geringer Rauchbelastung reagieren. Jede Versuchsperson sollte eine Zielkonzentration von 1 ‰ erreichen und gleichzeitig einer geringen Rauchbelastung ausgesetzt werden.
Wie die Tabelle 12 ergibt, zeigt sich gegenüber dem Ausgangstest eine Verkürzung der Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät. Der Durchschnitt der Reaktionszeiten sinkt von 299 msec auf 275 msec. Auffallend ist die Reaktionszeitverkürzung von Versuchsteilnehmer 7 um 67 msec. Allerdings liegt die BAK mit 1,16 ‰ auch etwas geringer als im Ausgangstest. Versuchsperson 1 reagiert ebenfalls erheblich schneller. Hier ist jedoch anzumerken, daß die BAK wesentlich unter der des Ausgangswertes von 1,12 ‰ liegt. Eine Verkürzung der Reaktionszeit bei leicht erhöhter BAK gegenüber dem Ausgangswert ist bei Versuchsperson 3 zu verzeichnen. Die Reaktionszeit nimmt um 18 msec ab. Versuchsperson 4 hat trotz geringerer BAK einen Leistungseinbruch um 58 msec und zusätzlich 3 Wahlfehler. Im Ausgangstest zeigt VP 4 jedoch die schnellste Reaktionszeit und reagiert trotz ihrer Verlangsamung immer noch relativ schnell mit 246 msec. Bei Versuchsperson 5 ist ebenfalls eine Verlängerung der Reaktionszeit zu registrieren. Ihre BAK liegt jedoch geringfügig über der des Ausgangswertes. Bei fast konstanter BAK kann Versuchsperson 8 ihre Reaktionszeit durchschnittlich um 33 msec verkürzen und die Anzahl der Wahlfehler um einen verringern.

Anhand des Leistungsprofils (Abb. 11) ist festzustellen, daß allgemein eine Verkürzung der Reaktionszeit bei gerin-

Tab. 12: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs bei geringer passiver Rauchbelastung und unter Alkoholeinfluß

| VP | BAK ‰ | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,63 | 263 | 60 | 263 | 60 | 0 | 1 |
| 2 | 0,99 | 273 | 108 | 273 | 108 | 0 | 3 |
| 3 | 1,16 | 229 | 55 | 229 | 55 | 0 | 1 |
| 4 | 0,84 | 246 | 130 | 246 | 130 | 0 | 3 |
| 5 | 1,03 | 315 | 94 | 315 | 94 | 0 | 0 |
| 6 | 0,62 | 231 | 47 | 231 | 47 | 0 | 1 |
| 7 | 1,16 | 288 | 102 | 266 | 58 | 1 | 0 |
| 8 | 0,95 | 248 | 76 | 248 | 76 | 0 | 2 |
| 9 | 0,77 | 297 | 118 | 276 | 89 | 1 | 1 |
| 10 | 1,19 | 363 | 113 | 345 | 94 | 1 | 1 |
| Gesamt | 0,93 s=0,2 | 275 | 103 | 269 | 92 | 0,3 | 1,3 |

VP: Versuchsperson
BAK: Blutalkoholkonzentration
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

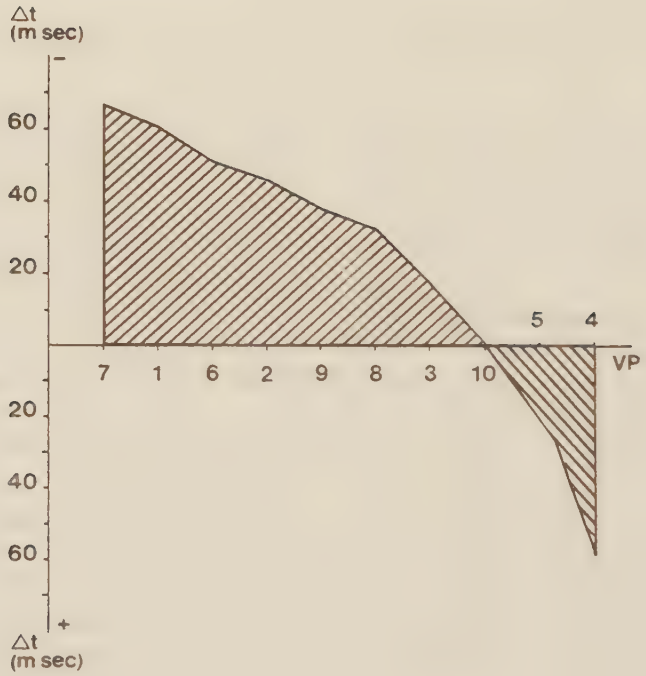



Abb. 11: Vergleich der Reaktionszeiten am Wiener Reaktionsgerät zwischen alkoholbeeinflußten Nichtrauchern und alkoholbeeinflußten Passivrauchern bei geringer Rauchbelastung ($\overline{BAK}$) 1,07 ‰ ± 0,16 / 0,93 ‰ ± 0,2)

ger Rauchbelastung eintritt. Lediglich zwei Versuchspersonen reagieren unter diesen Bedingungen langsamer.

Die höchste durchschnittliche COHb-Konzentration am zweiten Versuchstag wird in diesem Test festgestellt. Sie beträgt 1,70 %, die Streuung liegt mit s = 0,93 relativ hoch. Drei Probanden liegen unter 1 % COHb, drei weitere weisen eine Kohlenmonoxidkonzentration zwischen 1 und 2 % auf und bei vier Versuchsteilnehmern werden COHb-Konzentrationen über 2 % ermittelt.

Beim Vergleich der Nikotinkonzentrationen fallen die Versuchspersonen 8, 9 und 10 mit relativ hohen Werten auf. Ihre Nikotinkonzentrationen liegen deutlich über denen der übrigen Probanden. So weist Versuchsperson 9 mit 25 ng/g Nikotin einen der höchsten Werte unter den Nichtrauchern auf. Im Mittel ergibt sich eine Nikotinkonzentration von 8,88 ng/g. Die Standardabweichung liegt mit 7,94 sichtlich höher als bei der Testung alkoholbeeinflußter Nichtraucher.

Im Vergleich mit den Ergebnissen für alkoholbeeinflußte Nichtraucher zeigen die alkoholbeeinflußten Passivraucher bei geringer Rauchbelastung im wesentlichen höhere Kohlenmonoxidwerte, während die mittleren Nikotinkonzentrationen praktisch identisch sind (Abb. 12).

### 3.1.9. Alkoholbeeinflußte Passivraucher bei starker Rauchbelastung

Diese Untersuchung befaßte sich mit dem Einfluß starker Rauchbelastungen auf das Reaktionsverhalten alkoholbeeinflußter Nichtraucher. Dazu wurden die Nichtraucher über 1 1/2 Stunden einer starken Rauchbelastung ausgesetzt.

Es zeigt sich, daß die alkoholbeeinflußten Passivraucher

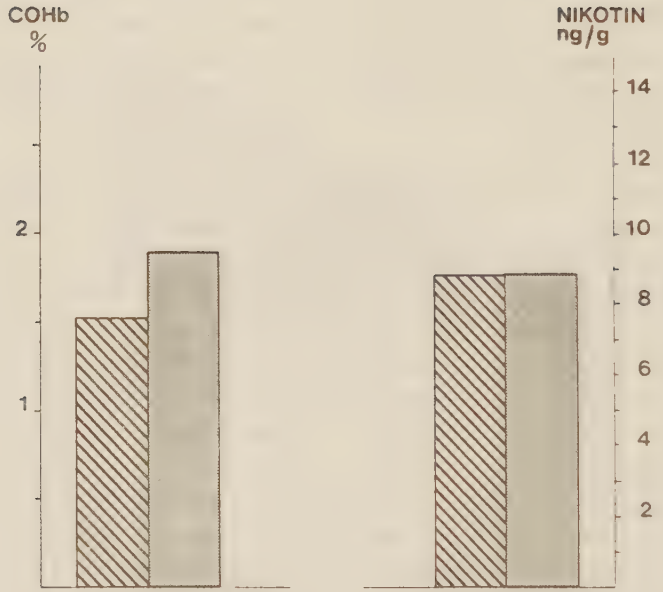



Abb. 12: Änderung der Kohlenmonoxid-und Nikotinkonzentrationen für alkoholbeeinflußte Nichtraucher bei geringer Rauchbelastung

bei starker Rauchbelastung im Mittelwert schneller reagieren als die alkoholbeeinflußten Nichtraucher (Tab. 13). Nur die Versuchspersonen 4 und 8 zeigen eine Verlangsamung ihrer Reaktionszeit. Bei Proband 4 tritt zusätzlich, trotz einer geringen Abnahme der BAK, eine sehr hohe Zahl von Wahlfehlern auf. Die Verlängerung der Reaktionszeit bei Versuchsperson 8 beträgt 24 msec. Die Zahl der Wahlfehler sinkt um einen. Dafür erhöht sich aber die Anzahl der Wahlversager. Läßt man den Wahlversager bei der Berücksichtigung der Mittelwertbildung außer Betracht, so erreicht Versuchsperson 8 annähernd ihren Ausgangswert. Die BAK steigt jedoch um 0,12 ‰ an. Stellt man die BAK beider Kollektive gegenüber, so bietet sich ein homogenes Bild mit einer nur geringen Abnahme der BAK unter starker Rauchbelastung (Tab. 13).
Im Vergleich der Reaktionszeiten von alkoholbeeinflußten Passivrauchern, bei geringer und starker Rauchbelastung (Abb. 13), ergibt sich bei globaler Betrachtung eine geringe Erhöhung der Reaktionszeiten. Sie sind im Mittel allerdings immer noch kürzer als im Ausgangstest (Tab. 11). Die Versuchspersonen 4, 5 und 10 zeigen eine Verkürzung ihrer Reaktionszeiten, wobei festzustellen ist, daß die BAK von Versuchsperson 5 um 0,25 ‰ niedriger als bei geringer Rauchbelastung ist. Die Versuchspersonen 4 und 10 zeigen einen geringen Anstieg in der BAK. Die Zahl der Wahlfehler nimmt bei VP 4 erheblich zu und bleibt bei VP 10 unverändert. Bei VP 4 ist zusätzlich ein Wahlversager zu registrieren. Unter Berücksichtigung der in diesem Versuch aufgetretenen Wahlversager zeigt Versuchsperson 8, mit annähernd 60 msec, die größte Leistungseinbuße. Bei Nichtberücksichtigung der Wahlversager ergibt sich immer noch eine um 35 msec längere Reaktionszeit. Die BAK dieser Versuchsperson liegt um 0,13 ‰ höher. Die Reaktionszeit ist bei Versuchsperson 1 ebenfalls wesentlich verlängert. Eine höhere BAK liegt andererseits vor. Im Leistungsprofil (Abb. 13) ist kein eindeutiges Schwergewicht festzustellen.

Die durchschnittliche COHb-Konzentration liegt mit 1,60 % und einer Standardabweichung von 0,83 zwischen den Ergeb-

Tab. 13: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs bei starker passiver Rauchbelastung und unter Alkoholeinfluß

| VP | BAK ‰ | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,00 | 303 | 75 | 303 | 75 | 0 | 1 |
| 2 | 1,27 | 312 | 111 | 312 | 111 | 0 | 2 |
| 3 | 1,17 | 235 | 48 | 235 | 48 | 0 | 0 |
| 4 | 0,91 | 204 | 136 | 172 | 64 | 1 | 5 |
| 5 | 0,78 | 268 | 85 | 268 | 85 | 0 | 0 |
| 6 | 0,85 | 251 | 75 | 251 | 75 | 0 | 0 |
| 7 | 1,22 | 315 | 79 | 315 | 79 | 0 | 1 |
| 8 | 1,08 | 305 | 126 | 283 | 97 | 1 | 2 |
| 9 | 0,98 | 327 | 151 | 296 | 96 | 1 | 1 |
| 10 | 1,24 | 353 | 80 | 353 | 80 | 0 | 1 |
| Gesamt | 1,05 s=0,16 | 287 | 110 | 279 | 96 | 0,3 | 1,3 |

VP: Versuchsperson
BAK: Blutalkoholkonzentration
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

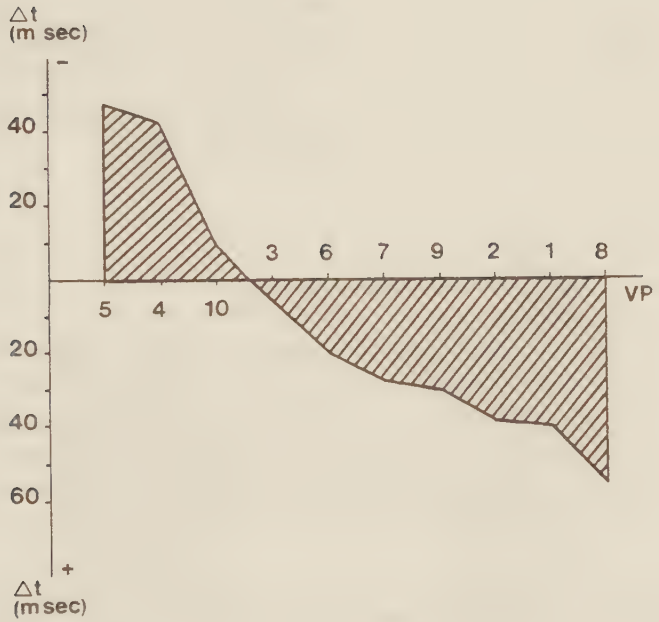



Abb. 13: Vergleich der Reaktionszeiten am Wiener Reaktionsgerät zwischen alkoholbeeinflußten Passivrauchern bei geringer und starker Rauchbelastung
($\overline{BAK}$: 0,93 ‰ ± 0,2 / 1,05 ‰ ± 0,16)

nissen der anderen Testungen der Nichtraucher an diesem Versuchstag. Die niedrigste Kohlenmonoxidkonzentration wird wiederum bei Versuchsperson 6 bestimmt.

Als Ergebnis der Nikotinbestimmungen werden im Mittel 11,25 ng/g gefunden. Die Streuung beträgt s = 6,12. In diesem Versuchsabschnitt wurden somit die höchsten durchschnittlichen Nikotinkonzentrationen festgestellt. Abbildung 14 zeigt, daß es bei diesem Versuchsdurchgang vor allem zu einem Anstieg der Nikotinkonzentration kommt.

### 3.1.10. Alkoholbeeinflußte Raucher

Der Test diente der Ermittlung individueller Ausgangswerte für alkoholbeeinflußte Raucher am Wiener Reaktionsgerät. Die Versuchsteilnehmer sollten dabei eine Blutalkoholkonzentration von etwa 1 ‰ erreichen. Über einen Zeitraum von 3 Stunden rauchten die Probanden die Anzahl von Zigaretten, die sie üblicherweise in dieser Zeit auch zu rauchen pflegten.
Die Durchschnittsreaktionszeit der Versuchsteilnehmer beträgt 257 msec, die Standardabweichung 85. Wahlversager treten bei keiner Versuchsperson auf (Tab. 14). Am langsamsten reagiert VP 20. Bei VP 18, die mit durchschnittlich 304 msec nur unwesentlich schneller ist, sind zusätzlich Wahlfehler zu registrieren. Die kürzeste Reaktionszeit erreicht VP 14, wobei jedoch die BAK des Probanden unter der Zielkonzentration liegt. Ähnlich verhält es sich mit VP 19. Ihre Reaktionszeit liegt mit 243 msec kürzer als der Durchschnitt. Auch die BAK erreicht nicht den Durchschnittswert. Abbildung 15 zeigt im wesentlichen eine Verschiebung der Reaktionszeit in Richtung auf eine Verkürzung. Nur 3 der 10 Versuchspersonen reagieren unter Alkoholeinfluß langsamer.

Die Raucher kommen in dieser Testphase auf eine durchschnitt-

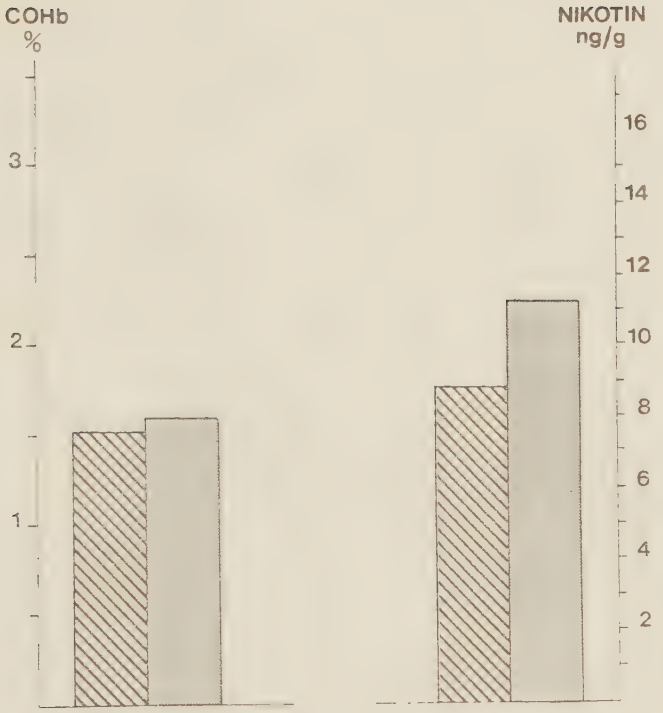



Abb. 14: Änderung der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen für Nichtraucher unter Alkoholeinfluß bei starker Rauchbelastung

Tab. 14: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs unter Alkoholeinfluß (Ausgangssituation)

| VP | BAK ‰ | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 0,69 | 265 | 56 | 265 | 56 | 0 | 0 |
| 12 | 1,06 | 239 | 97 | 239 | 97 | 0 | 0 |
| 13 | 1,07 | 268 | 82 | 268 | 82 | 0 | 1 |
| 14 | 0,85 | 162 | 40 | 162 | 40 | 0 | 1 |
| 15 | 1,18 | 283 | 64 | 283 | 64 | 0 | 0 |
| 16 | 1,06 | 269 | 78 | 269 | 78 | 0 | 1 |
| 17 | 0,96 | 230 | 44 | 230 | 44 | 0 | 0 |
| 18 | 1,15 | 304 | 87 | 304 | 87 | 0 | 5 |
| 19 | 0,88 | 243 | 86 | 243 | 86 | 0 | 2 |
| 20 | 1,20 | 305 | 87 | 305 | 87 | 0 | 0 |
| Gesamt | 1,01 s=0,15 | 257 | 85 | 257 | 85 | 0,0 | 1,0 |

VP: Versuchsperson
BAK: Blutalkoholkonzentration
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

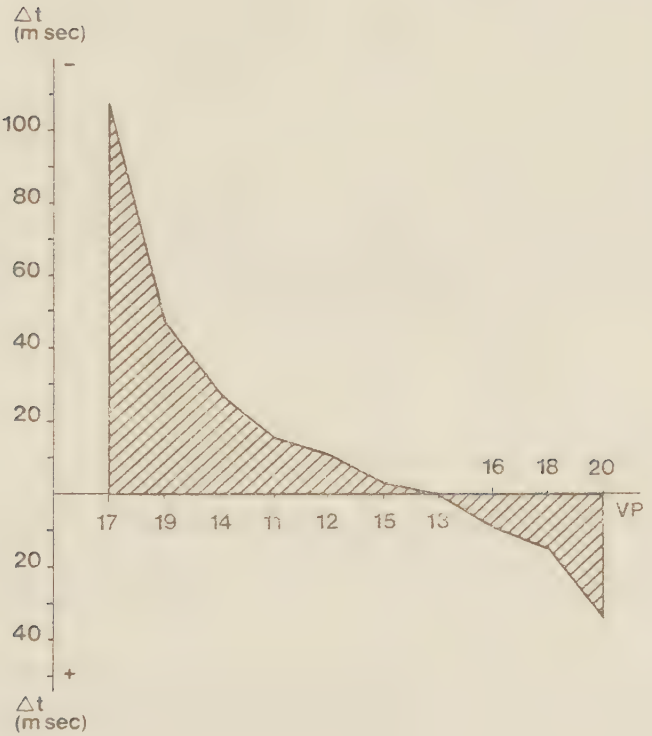



Abb. 15: Änderung der Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät für Raucher bei Alkoholbeeinflussung ($\overline{BAK}$: 1,01 ‰ $\pm$ 0,15)

liche COHb-Konzentration von 8,23 %. Damit wird die höchste Kohlenmonoxidkonzentration generell erreicht. Die Standardabweichung beträgt 3,08.
Bei den Probanden 13 und 15 werden COHb-Konzentrationen von über 13 % bestimmt. Testperson 18 hingegen weist nur eine Kohlenmonoxidkonzentration von 2,7 % auf.
Testperson 14 weist eine auffallend hohe Nikotinkonzentration mit 271 ng/g auf. Auch bei Versuchsperson 15 wird mit 107 ng/g eine hohe Nikotinkonzentration festgestellt.
Mit 83,5 ng/g und einer Standardabweichung von 67,38 ergibt sich für die alkoholbeeinflußten Raucher die höchste durchschnittliche Nikotinkonzentration am zweiten Versuchstag.

### 3.1.11. Alkoholbeeinflußte deprivierte Raucher

Getestet wurde, wie alkoholbeeinflußte Raucher im Entzug reagierten. Die Raucher verzichteten hierbei vom Vorabend des Testes bis zum Versuchsbeginn auf jeglichen Tabakkonsum.

Wie der Mittelwert in Tabelle 15 zeigt, ist dabei eine deutliche Verlangsamung der Reaktionszeit am Wiener Reaktionsgerät festzustellen. Den geringsten Leistungsabfall zeigt Versuchsperson 18 mit einer Verlangsamung der Reaktionszeit um 7 msec. Die Zahl der Wahlfehler bleibt dabei konstant, während ein Wahlversager festgestellt wird. Die BAK des Probanden liegt im Entzug um 0,14 ‰ höher. Auffällig ist aber, daß diese VP im Ausgangstest weit langsamer reagiert, als die übrigen Probanden. Den stärksten Leistungsabfall verzeichnet VP 16. Die Reaktionszeit verlangsamt sich um über 100 msec. Die Wahlversager steigen auf 3 an, während die Zahl der Wahlfehler unverändert bleibt. Die BAK ist für VP 16 gering gegenüber dem Ausgangswert erhöht. VP 14 reagiert bei fast gleicher BAK ebenfalls deutlich langsamer, die Anzahl der

Tab. 15: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden unter Entzugsbedingungen und unter Alkoholeinfluß (alkoholbeeinflußte deprivierte Raucher)

| VP | BAK ‰ | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 0,93 | 373 | 123 | 373 | 123 | 0 | 2 |
| 12 | 1,36 | 286 | 107 | 286 | 107 | 1 | 7 |
| 13 | 1,25 | 308 | 67 | 308 | 67 | 0 | 2 |
| 14 | 0,87 | 211 | 84 | 211 | 84 | 0 | 4 |
| 15 | 1,30 | 293 | 57 | 293 | 57 | 0 | 0 |
| 16 | 1,15 | 378 | 163 | 306 | 63 | 3 | 1 |
| 17 | 1,09 | 248 | 88 | 248 | 88 | 0 | 0 |
| 18 | 1,29 | 311 | 111 | 285 | 43 | 1 | 5 |
| 19 | 0,88 | 305 | 101 | 305 | 101 | 0 | 1 |
| 20 | 1,25 | 359 | 122 | 359 | 122 | 0 | 0 |
| Gesamt | 1,14 s=0,17 | 307 | 117 | 297 | 100 | 0,5 | 2,2 |

VP: Versuchsperson
BAK: Blutalkoholkonzentration
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

Wahlfehler nimmt gleichfalls erheblich zu. Sie erzielt im Ausgangswert allerdings die schnellste Reaktionszeit.

Aus dem Leistungsprofil (Abb. 16) ist generell eine verlangsamte Reaktion der deprivierten Raucher zu entnehmen. Keine der 10 Versuchspersonen ist in der Lage, ihre Reaktionszeit zu verkürzen.

Für die deprivierten alkoholbeeinflußten Raucher werden im Mittel 2,64 % COHb ermittelt. Die Streuung errechnet sich auf einen Wert von s = 0,84. Daraus ergibt sich, daß die Testpersonen in der Gesamtheit die geringste Kohlenmonoxidkonzentration beider Testtage aufweisen.

Die durchschnittliche Nikotinkonzentration beträgt 45,30 ng/g, die Standardabweichung 18,9.
In Abbildung 17 kommt deutlich zum Ausdruck, daß deprivierte Raucher unter Alkoholeinfluß weit geringere Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen aufweisen als unter normalen Rauchbedingungen.

### 3.1.12. Alkoholbeeinflußte Raucher bei forciertem Zigarettenkonsum

Dieser Test sollte den Einfluß forcierten Zigarettenkonsums auf die Reaktionszeit alkoholbeeinflußter Raucher untersuchen. Die Probanden waren aufgefordert, nach vielstündigem Tabakverzicht, forciert zu rauchen. Sie sollten die Menge an Zigaretten rauchen, die sie in Ausnahmesituationen maximal zu rauchen pflegten. Die Menge wurde am Vorabend erfragt. Am Testtag wurde darauf geachtet, daß diese Menge weder überno noch unterschritten wurde.
Der Vergleich der durchschnittlichen Reaktionszeit läßt eine eindeutige Reaktionszeitverlängerung der exzessivrauchenden, alkoholbeeinflußten Raucher erkennen. Die Reak-

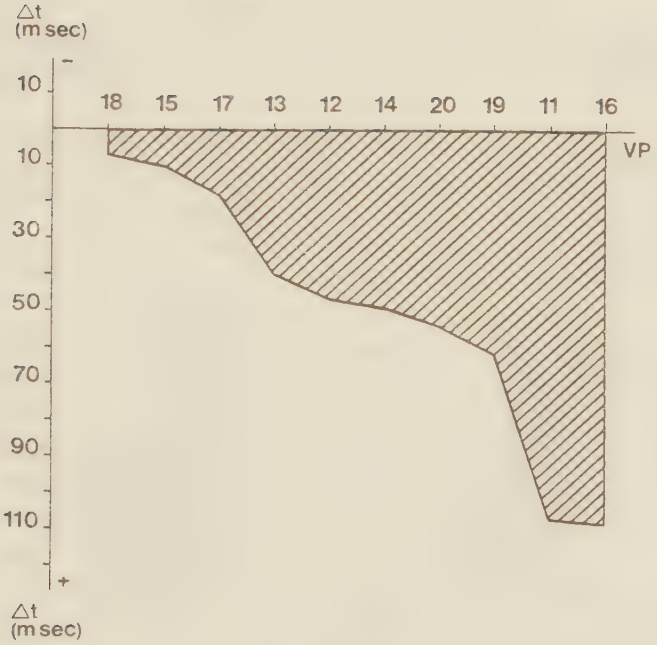



Abb. 16: Vergleich der Reaktionszeiten am Wiener Reaktionsgerät zwischen alkoholbeeinflußten Rauchern und alkoholbeeinflußten deprivierten Rauchern
($\overline{BAK}$: 1,01 ‰ $\pm$ 0,15 / 1,14 ‰ $\pm$ 0,17)

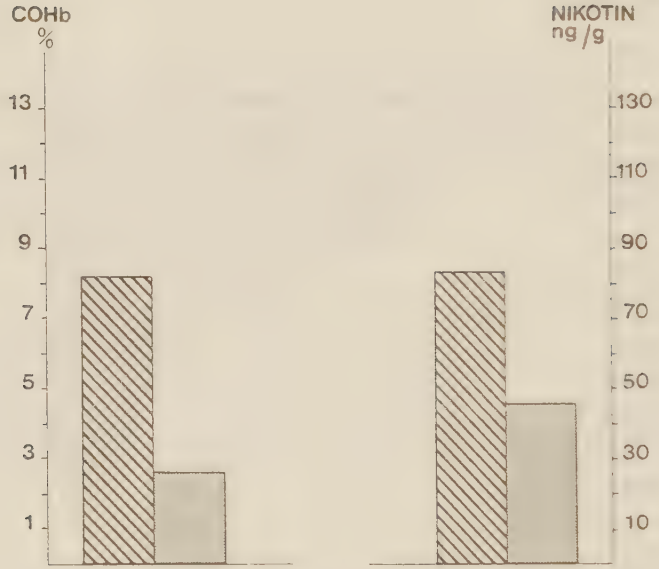



Abb. 17: Vergleich der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen für alkoholbeeinflußte deprivierte Raucher

tionszeit verlängerte sich im Mittel um 34 msec (Tab. 16). Nur VP 18 kann ihre Reaktionszeit um 19 msec verringern und liegt damit auch besser als im Entzugstest. Ihre Wahlfehler reduzieren sich um einen Wert. Mit 336 msec reagiert VP 12 in diesem Test am langsamsten und weist die größte Leistungseinbuße auf. Die BAK liegt hier um 0,16 % höher. Als Ausgangswert hat diese VP allerdings eine der kürzesten Reaktionszeiten unter den alkoholbeeinflußten Rauchern.

Neun der zehn Versuchspersonen weisen eine Reaktionszeitverlängerung auf (Abb. 18). Im Leistungsprofil wird damit deutlich, daß alkoholbeeinflußte Raucher bei erhöhtem Zigarettenkonsum eine Verlängerung der Reaktionszeit aufweisen.

Das Mittel der COHb-Konzentrationen liegt zwischen den Konzentrationen der übrigen Testungen an diesem Tage. Es beträgt 6,21 %, die Standardabweichung 2,35. Die Kohlenmonoxidkonzentrationen liegen bei jedem Probanden über den Werten des Entzugstestes und unter den Konzentrationen der alkoholbeeinflußten Raucher.

Bei den Untersuchungen der Blutproben auf Nikotin wird durchschnittlich eine Konzentration von 78,6 ng/g mit einer Streuung von s = 57,94 festgestellt.
Auffallend ist auch hier wiederum die Höhe der Nikotinkonzentration von Proband 14 mit 198 ng/g. Sie liegt damit deutlich über den Werten der übrigen Testpersonen, aber immer noch erheblich niedriger als in der Testung für alkoholbeeinflußte Raucher.

Tab. 16: Reaktionszeitmessung für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs bei forciertem Rauchen und unter Alkoholeinfluß

| VP | BAK ‰ | $\bar{x}_1$ msec | $s_1$ | $\bar{x}_2$ msec | $s_2$ | WV | WF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 0,72 | 308 | 75 | 308 | 75 | 0 | 2 |
| 12 | 1,22 | 336 | 195 | 293 | 109 | 1 | 0 |
| 13 | 1,16 | 284 | 59 | 284 | 59 | 0 | 0 |
| 14 | 0,95 | 203 | 86 | 203 | 86 | 0 | 1 |
| 15 | 1,06 | 300 | 63 | 300 | 63 | 0 | 0 |
| 16 | 1,22 | 308 | 83 | 308 | 83 | 1 | 0 |
| 17 | 1,01 | 294 | 99 | 294 | 99 | 0 | 0 |
| 18 | 1,27 | 285 | 59 | 285 | 59 | 0 | 4 |
| 19 | 0,93 | 282 | 93 | 282 | 93 | 0 | 1 |
| 20 | 1,24 | 318 | 135 | 287 | 60 | 1 | 0 |
| Gesamt | 1,08 s=0,16 | 292 | 108 | 284 | 85 | 0,3 | 1,0 |

VP: Versuchsperson
BAK: Blutalkoholkonzentration
$\bar{x}_1$: Mittelwert aller Meßwerte
$s_1$: Standardabweichung zu $\bar{x}_1$
$\bar{x}_2$: Mittelwert der Meßwerte ohne Wahlversager
$s_2$: Standardabweichung zu $\bar{x}_2$
WV: Wahlversager. Reaktionszeit > 0,6 Sekunden
WF: Wahlfehler. Falsches Signal wurde beantwortet

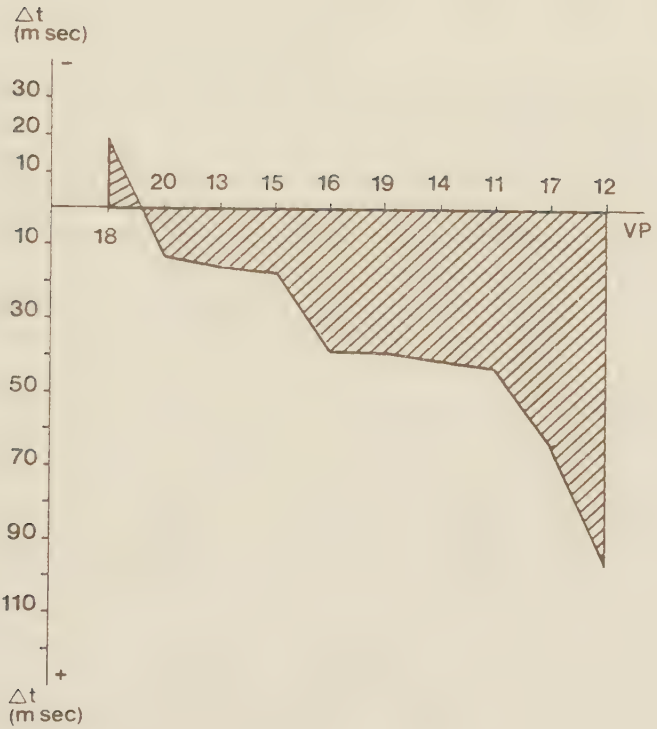



Abb. 18: Vergleich der Reaktionszeiten am Wiener Reaktionsgerät zwischen alkoholbeeinflußten Rauchern und alkoholbeeinflußten Rauchern bei forciertem Rauchen
($\overline{BAK}$: 1,01 ‰ ± 0,15 / 1,08 ‰ ± 0,16)

## 3.2. Ergebnisse am Wiener Determinationsgerät

Die Ergebnisse der einzelnen Versuchsteilnehmer finden sich in den Tabellen 17-28.

### 3.2.1. Nichtraucher

Dieser Test diente der Ermittlung von individuellen Ausgangswerten der Nichtraucher am Wiener Determinationsgerät. Die ausgeruhten Probanden unterzogen sich zunächst einem Kontrolltest, ob sie vergleichbare Ergebnisse wie am Vorabend erreichten. Danach begann der eigentliche Versuch.

Als Mittelwert werden 98,9 richtige und 70,8 verspätete Reaktionen registriert (Tab. 17). Die größte Anzahl richtiger Reaktionen, nämlich 170, und die niedrigste Anzahl verspäteter Reaktionen, nämlich 8, hat Versuchsperson 2. Sie zeigt dabei jedoch 2 falsche Reaktionen und beantwortet auch 2 Signale nicht. Versuchsperson 3 reagiert auf 148 Signale richtig und auf 32 verspätet. Außerdem wird von ihr ein Signal falsch beantwortet. Versuchsperson 8 läßt als einzige weder ein Signal aus, noch beantwortet sie eines falsch. Die geringste Anzahl richtiger Reaktionen wird bei Versuchsteilnehmer 6 registriert. Gleichzeitig wird bei ihm die höchste Summe aus falschen und ausgelassenen Reaktionen gezählt. Er erreicht damit den niedrigsten Reaktionssicherheitsquotienten (RSQ).

### 3.2.2. Passivraucher bei geringer Rauchbelastung

Gegenstand der Untersuchung war das Reaktionsverhalten von Nichtrauchern, die über drei Stunden einer mäßigen Rauchbelastung ausgesetzt wurden.

Tab. 17: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs (Ausgangssituation)

| VP | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 27 | 143 | 4 | 10 | 12,1 | 0,2 |
| 2 | 170 | 8 | 2 | 2 | 44,5 | 14,5 |
| 3 | 148 | 32 | 1 | 0 | 180,0 | 4,5 |
| 4 | 96 | 68 | 6 | 16 | 7,5 | 1,1 |
| 5 | 142 | 37 | 3 | 1 | 44,8 | 3,6 |
| 6 | 19 | 131 | 6 | 30 | 4,2 | 0,1 |
| 7 | 78 | 89 | 4 | 13 | 9,8 | 0,7 |
| 8 | 139 | 41 | 0 | 0 | (180,0) | 3,4 |
| 9 | 76 | 88 | 10 | 16 | 6,3 | 0,7 |
| 10 | 94 | 71 | 7 | 15 | 7,5 | 1,0 |
| Gesamt | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 98,9 | 70,8 | 4,3 | 10,3 | 11,6 | 1,2 |
| s | 48,5 | 41,2 | 2,9 | 9,0 | | |

VP: Versuchsperson
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

Insgesamt ergibt sich eine geringe Abnahme der richtigen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät (Tab. 18).
Die Anzahl der verspäteten Reaktionen liegt etwas niedriger als der Ausgangswert. Auch beantworten die Versuchspersonen im Schnitt 2,3 Signale weniger und zeigen eine erhöhte Anzahl falscher Reaktionen. Dadurch sinkt der Reaktionssicherheitsquotient von 11,6 auf 8,6. Versuchsperson 3 kann das gute Reaktionsverhalten noch weiter verbessern und erreicht mit 155 richtigen und 25 verspäteten Reaktionen den höchsten bzw. niedrigsten Wert aller Versuchsteilnehmer. Zusätzlich werden falsche Reaktionen vermieden. Dagegen reagiert VP 8, die im Ausgangstest ebenfalls ein sehr gutes Reaktionsverhalten zeigt, langsamer, wie es in Tabelle 18 zum Ausdruck kommt. Außerdem läßt sie 3 Signale aus und beantwortet ein Signal falsch. Die primär geringe Anzahl richtiger Reaktionen verringert sich bei Proband 1 bei mäßiger Rauchbelastung, gleichzeitig steigen die Werte für die ausgelassenen Reaktionen stark an. Auch Versuchsteilnehmer 6, der mit 36 falschen und ausgelassenen Reaktionen den höchsten Ausgangswert verzeichnet, hat diesbezüglich eine erhebliche Zunahme zu registrieren.
Das Leistungsprofil in Abbildung 19 gibt zu erkennen, daß 4 Versuchspersonen die Anzahl ihrer falschen und ausgelassenen Reaktionen, wenn auch nur gering, verbessern können. Die übrigen Versuchsteilnehmer haben allerdings eine erhebliche Zunahme dieser Reaktionen zu verzeichnen.

### 3.2.3. Passivraucher bei starker Rauchbelastung

Von diesem Versuch wurde Aufschluß über das Reaktionsverhalten von Nichtraucher- unter starker Rauchbelastung erwartet. Die Nichtraucher mußten sich hierzu über eineinhalb Stunden einer starken Rauchbelastung durch die Raucher aussetzen. Im Vergleich zum Ausgangswert ist insgesamt betrachtet eine

Tab. 18: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs bei geringer passiver Rauchbelastung

| VP | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 24 | 130 | 3 | 26 | 5,3 | 0,2 |
| 2 | 165 | 14 | 5 | 1 | 29,8 | 8,3 |
| 3 | 155 | 25 | 0 | 0 | (180,0) | 6,2 |
| 4 | 91 | 79 | 8 | 10 | 9,4 | 0,9 |
| 5 | 127 | 48 | 8 | 5 | 13,5 | 2,0 |
| 6 | 48 | 90 | 19 | 42 | 2,3 | 0,3 |
| 7 | 68 | 96 | 7 | 16 | 7,1 | 0,6 |
| 8 | 113 | 64 | 1 | 3 | 44,3 | 1,7 |
| 9 | 57 | 110 | 11 | 13 | 7,0 | 0,4 |
| 10 | 124 | 46 | 7 | 10 | 10,0 | 2,0 |
| Gesamt | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 97,2 | 70,2 | 6,9 | 12,6 | 8,6 | 1,1 |
| s | 44,8 | 35,5 | 5,2 | 12,3 | | |

VP: Versuchsperson
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

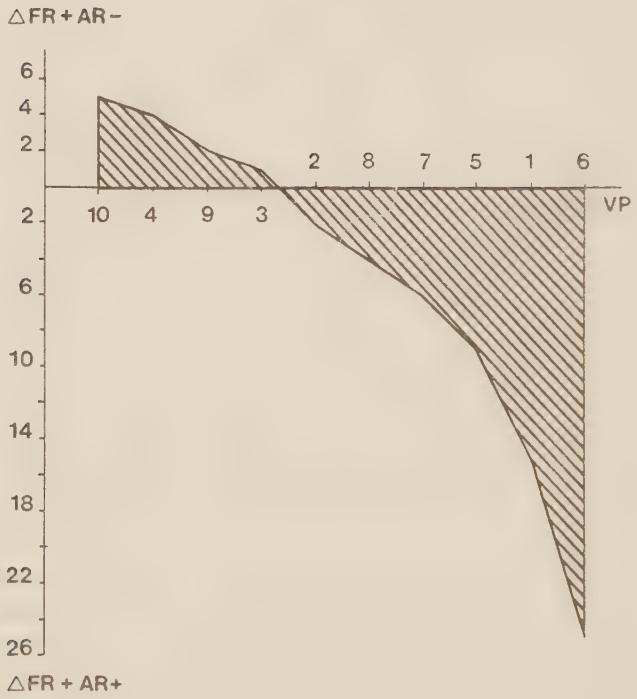



Abb. 19: Änderung der falschen und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät für Nichtraucher bei geringer Rauchbelastung

deutliche Abnahme der richtigen Reaktionen zu registrieren, wobei sich die Anzahl der verspäteten Reaktionen etwas erhöht. Ferner ist eine Zunahme der falschen Reaktionen festzustellen (Tab. 19).
Besonders auffällig ist auch die Erhöhung der ausgelassenen Reaktionen von durchschnittlich 9 auf 16,3. Von allen Versuchspersonen kann nur VP 10 die Zahl der richtigen Reaktionen erhöhen und die Anzahl der verspäteten Reaktionen senken. Auch ist gleichzeitig eine beträchtliche Abnahme der falschen und ausgelassenen Reaktionen zu registrieren. In diesem Zusammenhang muß allerdings erwähnt werden, daß Versuchsperson 10 im Ausgangstest schlechter abschneidet als am Übungsabend zuvor. Wiederum kann bei VP 1 eine Abnahme der richtigen Reaktionen sowohl gegenüber dem Ausgangswert als auch bei geringer Rauchbelastung festgestellt werden. Auch nehmen die ausgelassenen Reaktionen erheblich zu. Proband 3, im Ausgangstest mit hohem RSQ, hat eine etwas geringere Anzahl richtiger und eine Zunahme verspäteter Reaktionen. Obwohl er häufiger als im Ausgangstest falsch reagiert und auch eine Reaktion ausläßt, errechnet sich für ihn mit 59,7 der höchste RSQ aller Versuchsteilnehmer. Versuchsperson 8 hingegen hat eine deutliche Abnahme der richtigen und eine erhebliche Zunahme der verspäteten Reaktionen zu verzeichnen. Auch erhöht sich die Summe der ausgelassenen und falschen Reaktionen beträchtlich.

Stellt man diese Resultate den Ergebnissen aus dem Test Passivraucher bei geringer Rauchbelastung gegenüber, so fällt in summa eine Verringerung der richtigen und eine Erhöhung der ausgelassenen Reaktionen besonders auf.
VP 3 reagiert unter starker Rauchbelastung langsamer und weniger häufig richtig als bei geringer Rauchbelastung. Ähnlich macht sich bei VP 2 ein Unterschied bei geringer Rauchbelastung bezüglich der richtigen Reaktionen bemerkbar. Bei geringer Rauchbelastung liegt die Anzahl der falschen Reaktionen höher, die Zahl der ausgelassenen niedri-

Tab. 19: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs bei starker passiver Rauchbelastung

| VP | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | 129 | 6 | 36 | 3,4 | 0,1 |
| 2 | 154 | 24 | 4 | 2 | 29,6 | 5,1 |
| 3 | 145 | 34 | 2 | 1 | 59,7 | 3,9 |
| 4 | 88 | 75 | 8 | 17 | 6,5 | 0,9 |
| 5 | 128 | 48 | 5 | 5 | 17,6 | 2,2 |
| 6 | 12 | 112 | 7 | 56 | 2,0 | 0,1 |
| 7 | 67 | 92 | 8 | 21 | 5,9 | 0,6 |
| 8 | 114 | 63 | 4 | 3 | 25,3 | 1,6 |
| 9 | 60 | 105 | 16 | 15 | 5,3 | 0,4 |
| 10 | 117 | 56 | 3 | 7 | 17,3 | 1,8 |
| Gesamt | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 90,0 | 73,8 | 6,3 | 16,3 | 7,2 | 0,9 |
| s | 48,0 | 33,1 | 3,8 | 16,8 | | |

VP: Versuchsperson
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

ger. Auffällig ist auch das Reaktionsverhalten von VP 6, 48 richtigen Reaktionen bei geringer Rauchbelastung stehen 12 richtige bei starker Rauchbelastung gegenüber. Die Zahl der verspäteten Reaktionen erhöht sich jedoch. Die Summe aus falschen und ausgelassenen Reaktionen verändert sich kaum.

In Abbildung 20 wird besonders deutlich, daß die Summe der ausgelassenen und falschen Reaktionen gegenüber der geringeren Rauchbelastung zunimmt.

### 3.2.4. Raucher

Die Ergebnisse dieses Testes bildeten die individuellen Ausgangswerte der Raucher am Wiener Determinationsgerät, die am ersten Versuchstag erhoben wurden. Innerhalb von drei Stunden konsumierten die Versuchspersonen soviele Zigaretten, wie sie üblicherweise in diesem Zeitraum geraucht hätten. Diese Anzahl wurde vor Versuchsbeginn am Vorabend erfragt.

Die Raucher beantworteten im Durchschnitt 105 Signale richtig und 62,8 verspätet. Die falschen Reaktionen liegen im Mittel bei 6,7, die ausgelassenen bei 12,2 (Tab. 20). Jeder Versuchsteilnehmer weist zumindest eine falsche und eine ausgelassene Reaktion auf. Die höchste Zahl an richtigen und die geringste an verspäteten und ausgelassenen Reaktionen sind bei VP 19 festzustellen. Die falschen Reaktionen liegen mit 10 aber über dem Mittel aller Raucher. Mit je einer falschen und einer ausgelassenen Reaktion erreicht VP 16 die geringsten Werte, auch fällt bei ihr die hohe Zahl an richtigen Reaktionen auf. Die verspäteten Reaktionen liegen mit 54 unter dem Durchschnitt. Aus dem Rahmen fällt VP 14 mit nur 20 richtigen, 106 verspäteten, 16 falschen und der hohen Zahl von 54 ausgelassenen Reaktionen.

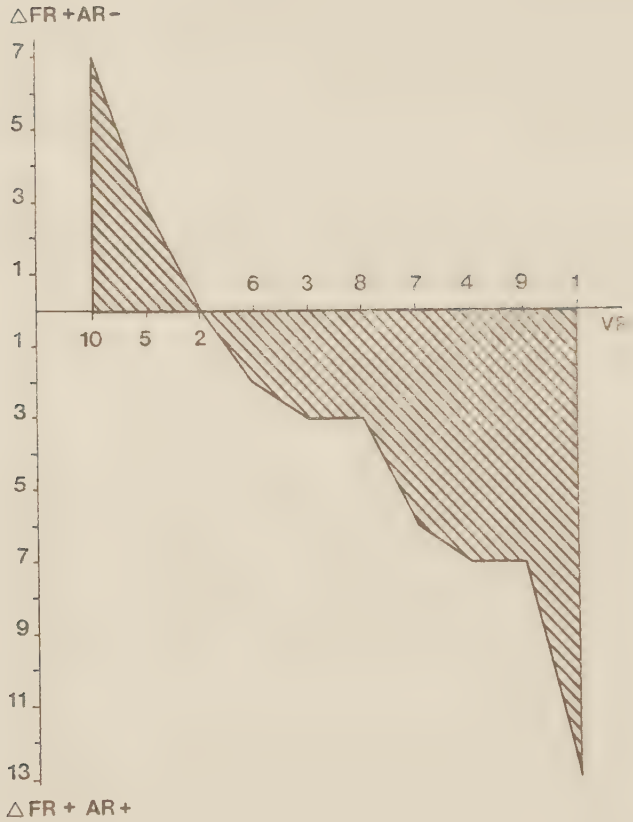



Abb. 20: Vergleich der falschen und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät zwischen Passivrauchern bei geringer und starker Rauchbelastung

Tab. 20: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs (Ausgangssituation)

| VP | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 113 | 56 | 9 | 11 | 8,5 | 1,5 |
| 12 | 135 | 40 | 4 | 5 | 19,4 | 2,8 |
| 13 | 114 | 61 | 2 | 5 | 25,0 | 1,7 |
| 14 | 20 | 106 | 16 | 54 | 1,8 | 0,1 |
| 15 | 127 | 51 | 3 | 2 | 35,7 | 2,3 |
| 16 | 125 | 54 | 1 | 1 | 89,5 | 2,2 |
| 17 | 32 | 131 | 1 | 17 | 9,0 | 0,2 |
| 18 | 103 | 60 | 18 | 17 | 4,7 | 1,0 |
| 19 | 161 | 16 | 10 | 3 | 13,6 | 5,6 |
| 20 | 120 | 53 | 3 | 7 | 17,3 | 1,9 |
| Gesamt | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 105,0 | 62,8 | 6,7 | 12,2 | 8,9 | 1,3 |
| s | 42,2 | 30,9 | 5,9 | 15,0 | | |

VP: Versuchspersonen
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

3.2.5. Deprivierte Raucher

Dieser erste Test am ersten Versuchstag untersuchte das Reaktionsverhalten von Rauchern, die längere Zeit auf Tabakgenuß verzichteten. Zu diesem Zweck wurden die Raucher angehalten, vom Vorabend des Testes bis zum Versuchsbeginn um 11.30 Uhr am nächsten Tage, nicht mehr zu rauchen.

Wie der Mittelwert aus Tabelle 21 zeigt, ist unter diesen Bedingungen eine Abnahme der richtigen Reaktionen bei gleichzeitiger Zunahme der verspäteten Reaktionen zu registrieren. Insbesondere fällt hier die VP 13 auf, deren richtige Reaktionen von 114 auf 54 abnehmen, wobei sich aber gleichzeitig die verspäteten Reaktionen von 61 auf 118 erhöhen. Bei den Ausgelassenen ist ebenfalls eine Zunahme auf 8 festzustellen. Falsche Reaktionen kann sie jedoch im Gegensatz zum Ausgangstest vermeiden. Ihr RSQ sinkt von 25 auf 21,5. Versuchsperson 19, die mit 161 richtigen Reaktionen im Ausgangstest den höchsten Wert erzielt, reagiert langsamer, kann aber 9 der im Ausgangstest aufgetretenen falschen Reaktionen vermeiden. Die Versuchsperson 15 kann ihre richtigen Reaktionen auf 156 bei gleichzeitiger Abnahme der verspäteten und falschen Reaktionen steigern. Sie erreicht mit einem RSQ von 90 den höchsten Wert. VP 14 steigert die Zahl der richtigen und verspäteten Reaktionen geringfügig. Die falschen Reaktionen nehmen zu, die der ausgelassenen ab. Dieser Versuchsteilnehmer wies allerdings im Ausgangstest mit 20 richtigen Reaktionen den niedrigsten Wert auf.

Wie an dem Leistungsprofil (Abb. 21) zu ersehen ist, können 6 der 10 Raucher unter diesen Bedingungen eine Verminderung der Summe aus falschen und ausgelassenen Reaktionen erzielen. Eine eindeutige Aussage, auf welcher Seite das Schwergewicht des Leistungsprofils liegt, kann jedoch nicht getroffen werden.

Tab. 21: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs unter Entzugsbedingungen (deprivierte Raucher)

| VP | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 57 | 111 | 5 | 12 | 9,9 | 0,4 |
| 12 | 102 | 63 | 16 | 15 | 5,3 | 1,1 |
| 13 | 54 | 118 | 0 | 8 | 21,5 | 0,4 |
| 14 | 22 | 109 | 21 | 49 | 1,9 | 0,1 |
| 15 | 156 | 24 | 2 | 0 | 90,0 | 6,0 |
| 16 | 121 | 55 | 0 | 4 | 44,0 | 2,0 |
| 17 | 53 | 113 | 7 | 14 | 7,9 | 0,4 |
| 18 | 108 | 64 | 12 | 8 | 11,1 | 12,9 |
| 19 | 154 | 23 | 1 | 3 | 44,3 | 5,7 |
| 20 | 133 | 44 | 1 | 3 | 44,3 | 2,8 |
| Gesamt | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 96,0 | 72,4 | 6,5 | 11,6 | 9,3 | 1,1 |
| s | 44,4 | 35,5 | 7,0 | 13,5 | | |

VP: Versuchspersonen
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

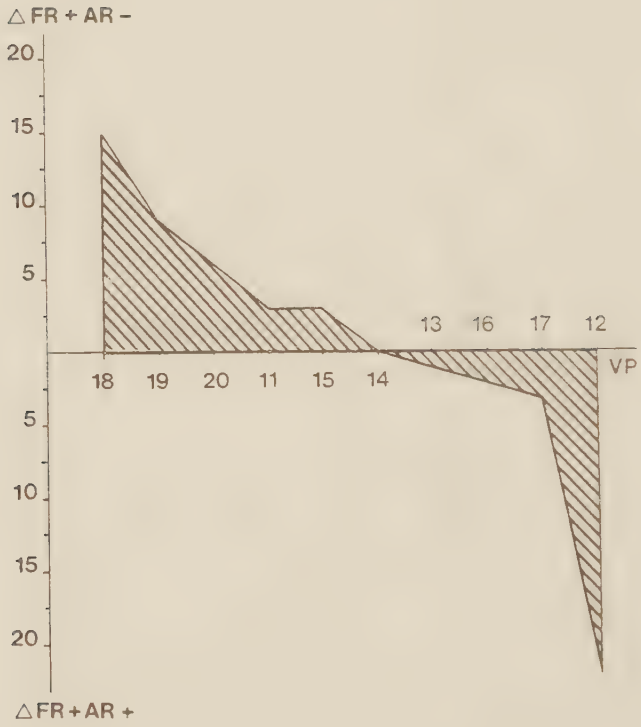



Abb. 21: Änderung der falschen und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät für Raucher im Entzug (deprivierte Raucher)

3.2.6. Raucher bei forciertem Rauchen

In dieser Untersuchung wurde das Reaktionsverhalten der Raucher bei exzessivem Tabakgenuß getestet. Die Versuchspersonen sollten dazu nach längerem Tabakentzug 90 Minuten lang eine maximale Anzahl von Zigaretten konsumieren. Diese Anzahl war individuell unterschiedlich. Sie ergab sich aus der Befragung und stellte die Menge an Zigaretten dar, die die Versuchsperson in Ausnahmesituationen zu rauchen pflegte.

Wie aus dem Mittelwert der Tabelle 22 ersichtlich, reagieren die Versuchspersonen langsamer als im Ausgangstest. Die Zahl der ausgelassenen Reaktionen nimmt zu, der RSQ fällt auf 8,4. Die größte Leistungssteigerung ist bei Versuchsperson 14 festzustellen. Mit 42 richtigen Reaktionen übertrifft sie ihren Ausgangswert um mehr als das doppelte. Die Zahl der ausgelassenen Reaktionen nimmt ab, die der falschen Reaktionen bleibt konstant. Der höchste RSQ errechnet sich für VP 19. Im Vergleich zum Ausgangswert kann sie 9 falsche Reaktionen vermeiden und 2 Signale mehr beantworten. Damit zeigt sie gegenüber VP 16 ein gegensätzliches Reaktionsverhalten. Diese Versuchsperson mit einem RSQ von 89,5 im Ausgangstest, einer falschen und einer ausgelassenen Reaktion, reagiert bei forciertem Rauchen wesentlich langsamer und hat zusätzlich 3 falsche und 8 ausgelassene Reaktionen. Ihr RSQ erreicht somit in etwa den Wert von VP 19 im Ausgangstest. Die VP 20 zeigt nur eine geringe Änderung gegenüber dem Ausgangstest.
Vergleicht man das Reaktionsverhalten der Raucher unter diesen Bedingungen mit dem Reaktionsverhalten im Entzug, so fällt eine höhere Zahl an richtigen, aber auch an ausgelassenen Reaktionen auf, wogegen sich die Zahl der verspäteten Reaktionen verringert und die falschen Reaktionen fast konstant bleiben. VP 14 zeigt eine Zunahme der richtigen Reaktionen, die verspäteten Reaktionen verringern sich und die Summe der falschen und ausgelassenen Reaktio-

Tab. 22: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs bei forciertem Rauchen

| VP | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 99 | 63 | 7 | 18 | 6,5 | 1,1 |
| 12 | 100 | 66 | 13 | 14 | 6,1 | 1,1 |
| 13 | 106 | 63 | 1 | 11 | 14,0 | 1,4 |
| 14 | 42 | 99 | 16 | 39 | 2,6 | 0,3 |
| 15 | 151 | 27 | 4 | 2 | 29,7 | 4,6 |
| 16 | 99 | 73 | 3 | 8 | 15,6 | 1,2 |
| 17 | 43 | 118 | 5 | 19 | 6,7 | 0,2 |
| 18 | 86 | 78 | 11 | 16 | 6,0 | 0,8 |
| 19 | 151 | 28 | 1 | 1 | 89,5 | 5.0 |
| 20 | 125 | 50 | 5 | 5 | 17,5 | 2,0 |
| Gesamt | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 100,2 | 66,5 | 6,6 | 13,3 | 8,4 | 1,1 |
| s | 35,6 | 26,9 | 4,9 | 10,5 | | |

VP: Versuchspersonen
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

nen nimmt ab. Der RSQ von VP 19 ist bei forciertem Rauchen höher. Sie beantwortet 2 Signale mehr. Bei VP 16 dagegen ist eine Abnahme des RSQ bei forciertem Zigarettenkonsum zu beobachten. Ursächlich hierfür ist eine Verdoppelung der ausgelassenen und eine Zunahme der falschen Reaktionen. VP 20 reagiert bei forciertem Rauchen vermehrt falsch und läßt 5 Signale unbeantwortet. Der RSQ sinkt deshalb gegenüber dem Entzugstest auf 17,5 ab.

Im Leistungsprofil (Abb. 22) beobachtet man eine Zunahme der Summe aus falschen und ausgelassenen Reaktionen bei 6 Versuchspersonen. Dagegen zeigen 4 Probanden unter forciertem Rauchen eine Abnahme dieser Summe. Das Leistungsprofil ermöglicht mithin keine eindeutige Aussage,auf welcher Seite das Schwergewicht dieses Versuches liegt.

### 3.2.7. Alkoholbeeinflußte Nichtraucher

Ziel dieser Untersuchung war es, das Reaktionsverhalten der Nichtraucher unter Alkoholeinfluß zu testen. Die Blutalkoholkonzentration sollte dabei etwa 1 ‰ betragen. Die Resultate dieses Versuches stellten die Ausgangswerte der alkoholbeeinflußten Nichtraucher des 2. Versuchstages dar.

Die durchschnittliche BAK beträgt 1,07 ‰,mit einer Standardabweichung von 0,16 (Tab. 23). Im Mittel zeigen die Versuchsteilnehmer 70,8 richtige, 85,3 verspätete, 12,8 falsche und 23,9 ausgelassene Reaktionen. Der höchste RSQ wird von VP 3 erreicht. Nur 2 falschen Reaktionen stehen 131 richtige und 49 verspätete gegenüber. Die negativste Bilanz hat VP 1 mit nur 2 richtigen und der sehr hohen Zahl von 85 ausgelassenen Reaktionen. Auch reagiert sie häufig falsch. Bemerkenswert ist, daß VP 3 mit einer relativ hohen BAK mehr richtige und weniger falsche Reaktionen zeigt

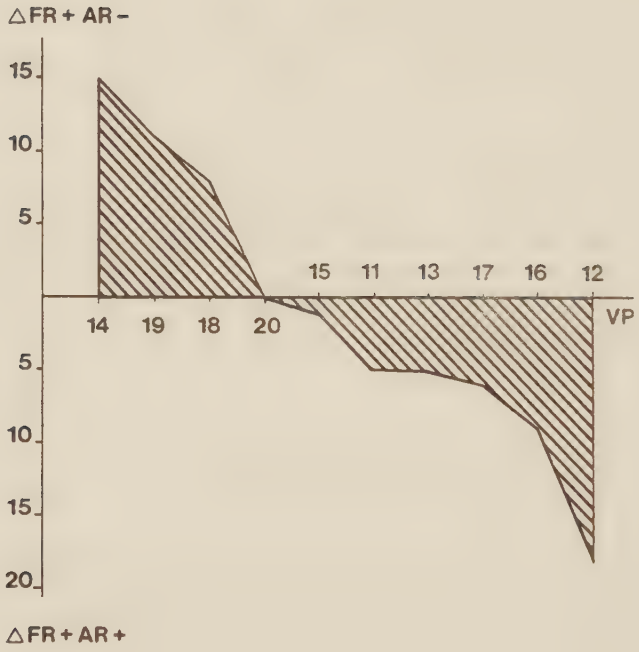



Abb. 22: Änderung der falschen und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät für Raucher bei forciertem Rauchen

Tab. 23: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs unter Alkoholeinfluß

| VP | BAK ‰ | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,12 | 2 | 93 | 28 | 85 | 0,8 | 0,0 |
| 2 | 1,30 | 124 | 49 | 14 | 7 | 8,2 | 1,8 |
| 3 | 1,14 | 131 | 49 | 2 | 0 | 90,0 | 2,6 |
| 4 | 0,97 | 52 | 117 | 8 | 11 | 8,8 | 0,4 |
| 5 | 0,99 | 60 | 107 | 12 | 13 | 6,7 | 0,5 |
| 6 | 0,91 | 38 | 86 | 12 | 56 | 1,8 | 0,2 |
| 7 | 1,27 | 18 | 125 | 21 | 37 | 2,5 | 0,1 |
| 8 | 0,96 | 109 | 65 | 3 | 6 | 19,3 | 1,5 |
| 9 | 0,83 | 65 | 98 | 21 | 17 | 4,3 | 0,5 |
| 10 | 1,24 | 109 | 64 | 7 | 7 | 12,4 | 1,4 |
| Gesamt | | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 1,07 | 70,8 | 85,3 | 12,8 | 23,9 | 4,3 | 0,6 |
| s | 0,16 | 43,0 | 26,0 | 8,0 | 24,7 | | |

VP: Versuchsperson
BAK: Blutalkoholkonzentration
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

als VP 9 mit der geringsten BAK. Selbst unter Alkoholbeeinflußung beantwortet VP 3 alle Signale. Im Ausgangstest zeigt sie allerdings ebenfalls eines der optimalsten Reaktionsverhalten mit einem RSQ von 180. Keine der Versuchspersonen kann falsche Reaktionen vermeiden.

Die Summe der FR und AR nimmt unter Alkoholbeeinflussung zu (Abb. 23). Lediglich die Probanden 4 und 10 weisen eine Verminderung dieser Summe auf.

### 3.2.8. Alkoholbeeinflußte Passivraucher bei geringer Rauchbelastung

Mit diesem Test wurde die Veränderung des Reaktionsverhaltens alkoholbeeinflußter Nichtraucher bei geringer Rauchbelastung erfaßt. Die BAK der Probanden sollte um 1 ‰ betragen.

Der Vergleich mit den alkoholbeeinflußten Nichtrauchern ohne Rauchbelastung ergibt eine deutliche Zunahme richtiger Reaktionen (Tab. 24). Die Versuchspersonen reagieren durchschnittlich schneller. Die Zahl der ausgelassenen und falschen Reaktionen nimmt stark ab. Die mittlere BAK liegt mit 0,93 ‰ unter der des Ausgangswertes. Die meisten richtigen und die wenigsten verspäteten Reaktionen sind bei Versuchsteilnehmer 2 zu registrieren. Ein Signal wird von ihm jedoch nicht beantwortet. Sein RSQ beträgt deshalb 59,7. Mit nur einer falschen und ohne ausgelassene Reaktionen errechnet sich für VP 3 der höchste RSQ. Er liegt doppelt so hoch wie im Ausgangstest. Die BAK ist nahezu identisch. VP 8 reagiert insgesamt langsamer und läßt auch mehr Signale unbeantwortet. Die BAK der VP 8 ist in diesem Test nahezu unverändert. Die größte Steigerung des Reaktionsverhaltens ist bei Versuchsperson 1 festzustellen. Die Zahl der rich-

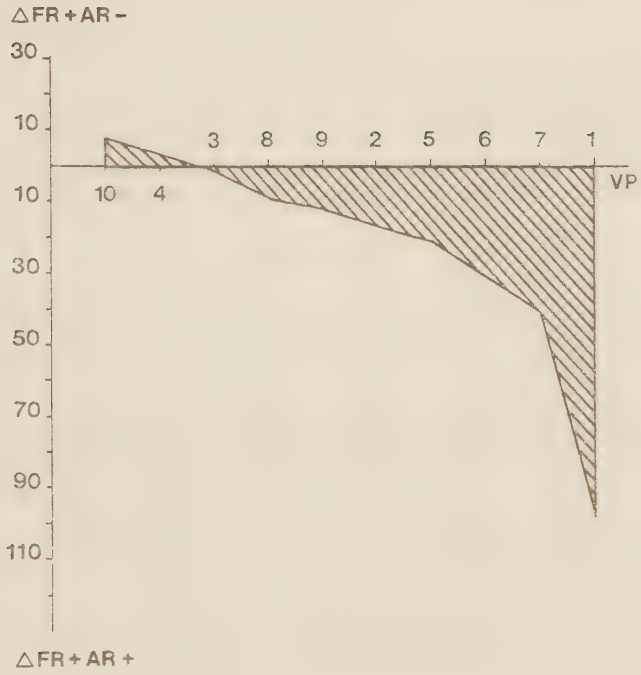



Abb. 23: Änderung der falschen und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät für Nichtraucher bei Alkoholbeeinflussung ($\overline{BAK}$: 1,07 ‰ $\pm$ 0,16)

Tab. 24: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs bei geringer passiver Rauchbelastung und unter Alkoholeinfluß

| VP | BAK ‰ | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,63 | 46 | 121 | 6 | 13 | 8,8 | 0,3 |
| 2 | 0,99 | 153 | 26 | 2 | 1 | 59,7 | 5,3 |
| 3 | 1,16 | 150 | 30 | 1 | 0 | 180,0 | 4,8 |
| 4 | 0,84 | 103 | 67 | 2 | 10 | 14,2 | 1,3 |
| 5 | 1,03 | 69 | 97 | 12 | 14 | 6,4 | 0,6 |
| 6 | 0,62 | 58 | 80 | 6 | 42 | 2,9 | 0,5 |
| 7 | 1,16 | 52 | 116 | 7 | 2 | 18,6 | 0,4 |
| 8 | 0,95 | 81 | 90 | 5 | 9 | 12,2 | 0,8 |
| 9 | 0,77 | 68 | 91 | 25 | 23 | 3,3 | 0,5 |
| 10 | 1,19 | 125 | 52 | 4 | 3 | 25,3 | 2,1 |
| Gesamt | | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 0,93 | 90,5 | 77,0 | 7,0 | 11,7 | 9,0 | 0,9 |
| s | 0,20 | 38,0 | 31,3 | 6,7 | 12,2 | | |

VP: Versuchsperson
BAK: Blutalkoholkonzentration
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

tigen und verspäteten Reaktionen nimmt deutlich zu, wobei sie weniger Signale falsch beantwortet und auch erheblich weniger Signale ausläßt. Ihre BAK liegt jedoch weit unter dem Ausgangswert von 1,12 ‰. Ein relativ konstantes Reaktionsverhalten wurde bei VP 5 registriert. Bei der höheren BAK reagiert sie insgesamt langsamer.

Aus Abbildung 24 geht hervor, daß unter Alkoholeinfluß und mäßiger Rauchbelastung die Summe der falschen und ausgelassenen Reaktionen abnimmt. Nur 3 Versuchspersonen weisen diesbezüglich einen geringen Anstieg auf.

### 3.2.9. Alkoholbeeinflußte Passivraucher bei starker Rauchbelastung

Getestet wurde das Reaktionsverhalten alkoholbeeinflußter Passivraucher unter starker Rauchbelastung.

Tabelle 25 zeigt, daß die Signale alkoholbeeinflußter Passivraucher unter starker Rauchbelastung insgesamt schneller beantwortet werden. Sie weisen eine geringere Anzahl der ausgelassenen Reaktionen auf und reagieren weniger häufig falsch. Die durchschnittliche BAK liegt mit 1,05 ‰ etwas über der Zielkonzentration und geringfügig unter der Konzentration des Ausgangstestes.

VP 3 zeigt kein wesentlich geändertes Reaktionsverhalten. Ein Signal läßt sie unbeantwortet, reagiert aber nur auf ein Signal falsch. Sie erreicht damit den höchsten RSQ dieses Testes, der fast demjenigen des Ausgangstestes entspricht. Bei VP 8 ist die größte Abnahme an richtigen Reaktionen zu beobachten. Die Zahl der verspäteten Reaktionen nimmt zu. Die Versuchsperson reagiert also insgesamt langsamer. Auch erhöhen sich unter starker Rauchbelastung die

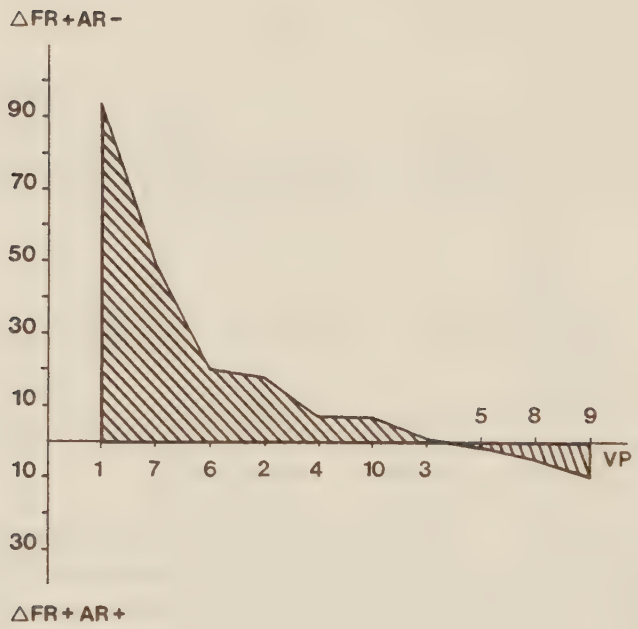



Abb. 24: Vergleich der falschen und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät zwischen alkoholbeeinflußten Nichtrauchern und alkoholbeeinflußten Passivrauchern bei geringer Rauchbelastung ($\overline{BAK}$: 1,07 ‰ $\pm$ 0,16 / 0,93‰ $\pm$ 0,2)

Tab. 25: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Nichtraucherkollektivs bei starker passiver Rauchbelastung und unter Alkoholeinfluß

| VP | BAK ‰ | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,00 | 4 | 115 | 12 | 41 | 2,2 | 0,0 |
| 2 | 1,27 | 134 | 43 | 5 | 3 | 22,1 | 2,6 |
| 3 | 1,17 | 135 | 44 | 1 | 1 | 89,5 | 2,9 |
| 4 | 0,91 | 63 | 96 | 12 | 21 | 4,8 | 0,5 |
| 5 | 0,78 | 90 | 81 | 6 | 9 | 11,4 | 0,9 |
| 6 | 0,85 | 56 | 94 | 4 | 30 | 4,4 | 0,4 |
| 7 | 1,22 | 47 | 108 | 11 | 25 | 4,3 | 0,3 |
| 8 | 1,08 | 72 | 98 | 7 | 10 | 10,0 | 0,6 |
| 9 | 0,98 | 41 | 87 | 38 | 52 | 1,4 | 0,2 |
| 10 | 1,24 | 119 | 56 | 4 | 5 | 19,4 | 1,8 |
| Gesamt | | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 1,05 | 76,1 | 82,2 | 10,0 | 19,7 | 5,3 | 0,7 |
| s | 0,16 | 40,9 | 24,6 | 10,0 | 16,4 | | |

VP: Versuchsperson
BAK: Blutalkoholkonzentration
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

Werte für falsche und ausgelassene Reaktionen. Demgegenüber kann Versuchsperson 5 bei diesem Test schneller reagieren, wie es in Tabelle 25 durch die höhere Zahl an richtigen und die geringere Zahl verspäteter Reaktionen abzulesen ist. Außerdem kann sie die Hälfte der falschen Reaktionen des Ausgangstestes vermeiden und die Zahl der ausgelassenen Reaktionen verringern. Die BAK ist unter diesen Bedingungen geringer als im Ausgangstest. Ein ähnliches Bild bietet das Reaktionsverhalten der VP 1, 2, 7 und 10.

In der Gegenüberstellung mit den alkoholbeeinflußten Nichtrauchern bei geringer Rauchbelastung fällt eine beträchtliche Abnahme der richtigen Reaktionen bei geringer Zunahme der verspäteten Reaktionen auf. Zusätzlich steigt die Zahl der ausgelassenen und falschen Reaktionen an. So ist bei Proband 4 eine Abnahme der richtigen Reaktionen von 103 auf 63 und eine Zunahme der verspäteten Reaktionen von 67 auf 96 festzustellen. An falschen Reaktionen wird eine Erhöhung um 10 auf insgesamt 12, bei den ausgelassenen Reaktionen eine Erhöhung von 10 auf 21 festgestellt. Lediglich VP 5 kann ihre Anzahl richtiger Reaktionen erhöhen. Sie liegt damit auch über dem Ausgangswert. Bei der Testung hat sie jedoch die geringste BAK des zweiten Versuchstages.

Das Leistungsprofil (Abb. 25) läßt eindeutig eine Zunahme der falschen und ausgelassenen Reaktionen unter starker Rauchbelastung erkennen. Nur zwei Versuchspersonen sind in der Lage, diese Summe zu reduzieren.

### 3.2.10. Alkoholbeeinflußte Raucher

Hiermit sollten die individuellen Ausgangswerte für alkoholbeeinflußte Raucher am Wiener Determinationsgerät er-

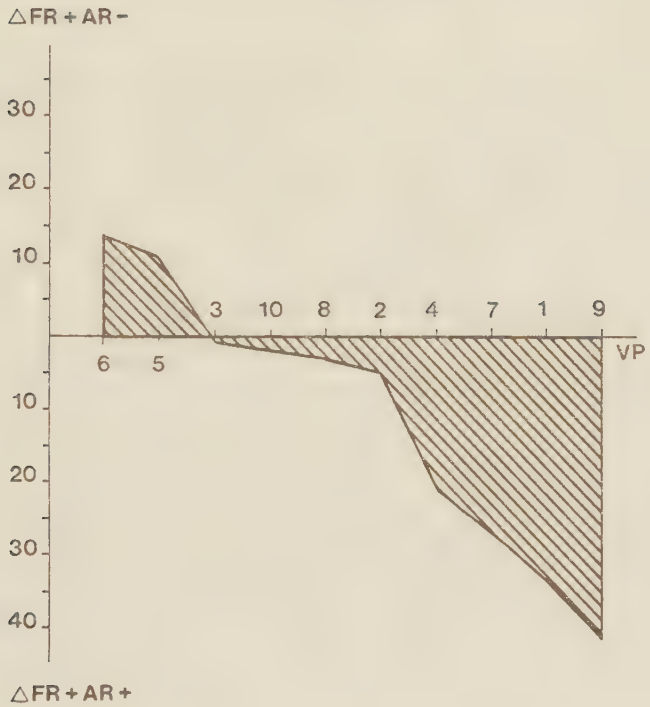



Abb. 25: Vergleich der falschen und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät zwischen alkoholbeeinflußten Passivrauchern bei geringer und starker Rauchbelastung ($\overline{BAK}$: 0,93 ‰ $\pm$ 0,2 / 1,05 ‰ $\pm$ 0,16)

mittelt werden. Zu diesem Zweck rauchten die Versuchspersonen drei Stunden, wie es ihren Gewohnheiten entsprach. Die entsprechende Anzahl Zigaretten wurde in der Befragung des Vorabends ermittelt.

Die Resultate der Mittelwerte ergeben sich aus Tabelle 16. Danach werden durchschnittlich 95,1 richtige, 70,1 verspätete, 11,2 falsche und 14,8 ausgelassene Reaktionen registriert. Mit 159 richtigen Reaktionen erzielt VP 19 den höchsten und mit 11 verspäteten Reaktionen den niedrigsten Wert aller Versuchspersonen. Proband 13 kann als einzige Versuchsperson falsche Reaktionen vermeiden. Mit 22 FR und 20 AR errechnet sich für Versuchsteilnehmer 12 der geringste RSQ. Die höchste Zahl an falschen Reaktionen wird bei Versuchsperson 18 mit 26 registriert. Sie liegt aber mit nur 10 ausgelassenen Reaktionen unter dem ermittelten Durchschnitt. Ähnliche Verhältnisse liegen auch bei VP 17 vor. Der hohen Zahl von 23 ausgelassenen Reaktionen stehen nur 6 falsche Reaktionen gegenüber. VP 20 hat mit 1,20 ‰ die höchste BAK. Die Summe der FR und AR ist dennoch geringer als bei VP 11, die mit 0,69 ‰ die niedrigste BAK des Versuchstages aufweist. Bei 8 der Versuchspersonen ist eine Zunahme der Summe von FR und AR zu beobachten (Abb. 26).

### 3.2.11. Alkoholbeeinflußte deprivierte Raucher

Bei der Untersuchung ging es um die Frage, ob und inwieweit sich das Reaktionsverhalten alkoholbeeinflußter Raucher bei längerem Tabakentzug ändert.

Vom Vorabend des Versuches bis zum Testbeginn vermieden die Probanden jeglichen Tabakkonsum. Die Blutalkoholkonzentration sollte um 1 ‰ betragen.

Tab. 26: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs unter Alkoholeinfluß (Ausgangssituation)

| VP | BAK ‰ | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 0,69 | 110 | 62 | 9 | 8 | 10,1 | 1,4 |
| 12 | 1,06 | 107 | 53 | 22 | 20 | 3,8 | 1,1 |
| 13 | 1,07 | 123 | 43 | 0 | 14 | 11,9 | 2,1 |
| 14 | 0,85 | 46 | 97 | 19 | 37 | 2,6 | 0,3 |
| 15 | 1,18 | 81 | 94 | 11 | 5 | 10,9 | 0,7 |
| 16 | 1,06 | 118 | 52 | 2 | 10 | 14,2 | 1,8 |
| 17 | 0,96 | 43 | 114 | 6 | 23 | 5,4 | 0,3 |
| 18 | 1,15 | 76 | 94 | 26 | 10 | 4,7 | 0,6 |
| 19 | 0,88 | 159 | 11 | 12 | 10 | 7,7 | 4,8 |
| 20 | 1,20 | 88 | 81 | 5 | 11 | 10,6 | 0,9 |
| Gesamt | | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 1,01 | 95,1 | 70,1 | 11,2 | 14,8 | 6,4 | 1,0 |
| s | 0,15 | 33,9 | 29,7 | 8,2 | 9,0 | | |

VP: Versuchspersonen
BAK: Blutalkoholkonzentration
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

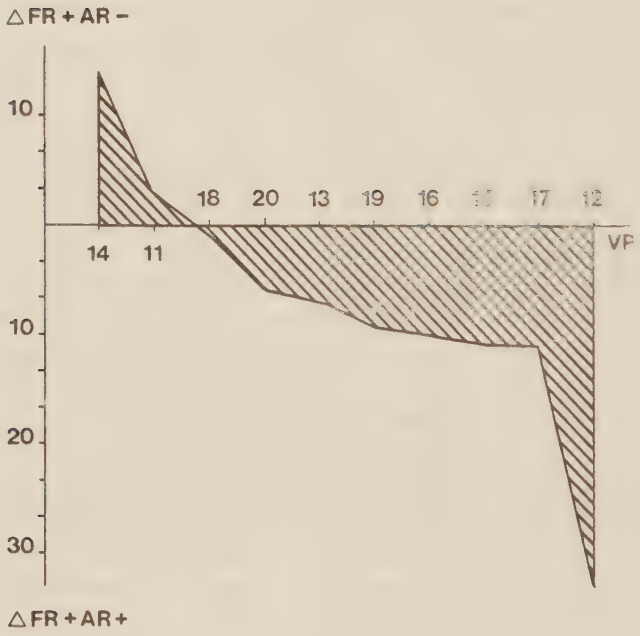



Abb. 26: Änderung der falschen- und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät für Raucher bei Alkoholbeeinflussung ($\overline{BAK}$: 1,01 ‰ ± 0,15)

Aus Tabelle 27 wird offensichtlich, daß sich das Reaktionsverhalten im Mittel verschlechtert. Die Anzahl der richtigen Reaktionen verringert sich, dafür nimmt die Zahl der verspäteten Reaktionen zu. Falsche Reaktionen treten vermehrt auf. Die ausgelassenen Reaktionen verdoppeln sich.

Bei annähernd gleicher BAK zeigt VP 14 eine Abnahme der richtigen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät. Verspätete Reaktionen treten vermehrt auf. Die im Ausgangstest registrierten hohen Werte für falsche und ausgelassene Reaktionen nehmen weiterhin zu. VP 11 reagiert ausgesprochen langsam und zeigt eine starke Zunahme der Summe aus FR und AR. Die gleiche Änderung des Reaktionsverhaltens zeigt VP 12. Die deutliche Abnahme der richtigen Reaktionen geht mit einer Verdreifachung der ausgelassenen Reaktionen einher. Falsche Reaktionen treten ebenfalls in erheblich größerem Umfang auf. Allerdings liegt die BAK, wie auch die von VP 11,weit höher als im Ausgangstest. Als einzige Versuchsperson kann Proband 19 bei identischer BAK die Zahl der ausgelassenen und falschen Reaktionen vermindern. Die Verbesserung schlägt sich auch in der Anzahl der verspäteten Reaktionen nieder. Dementsprechend erreicht sein RSQ den höchsten Wert aller Probanden und liegt auch etwas höher als der beste Wert des Ausgangstestes.

Das Leistungsprofil (Abb. 27) weist eindeutig eine Zunahme der Summe aus FR und AR unter Entzugsbedingungen auf.

### 3.2.12. Alkoholbeeinflußte Raucher bei forciertem Zigarettenkonsum

Es wurde getestet welchen Einfluß forciertes Rauchen auf das Reaktionsverhalten hat. Die Probanden rauchten zu diesem Zweck, nach längerem Tabakentzug, die für sie jeweils maximale Anzahl an Zigaretten.

Tab. 27: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs unter Entzugsbedingungen und unter Alkoholeinfluß (alkoholbeeinflußte deprivierte Raucher)

| VP | BAK ‰ | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 0,93 | 59 | 106 | 15 | 15 | 5,5 | 0,4 |
| 12 | 1,36 | 40 | 80 | 63 | 60 | 1,0 | 0,2 |
| 13 | 1,25 | 60 | 89 | 3 | 31 | 4,4 | 0,5 |
| 14 | 0,87 | 22 | 104 | 38 | 54 | 1,4 | 0,1 |
| 15 | 1,30 | 92 | 77 | 18 | 11 | 5,8 | 0,9 |
| 16 | 1,15 | 81 | 82 | 4 | 17 | 7,8 | 0,8 |
| 17 | 1,09 | 15 | 130 | 10 | 35 | 3,2 | 0,1 |
| 18 | 1,29 | 52 | 108 | 29 | 20 | 3,3 | 0,3 |
| 19 | 0,88 | 157 | 19 | 8 | 4 | 14,7 | 5,0 |
| 20 | 1,25 | 68 | 83 | 10 | 42 | 2,9 | 0,5 |
| Gesamt | | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 1,14 | 64,6 | 87,8 | 19,8 | 28,9 | 3,1 | 0,5 |
| s | 0,17 | 38,3 | 27,8 | 17,8 | 17,8 | | |

VP: Versuchspersonen
BAK: Blutalkoholkonzentration
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

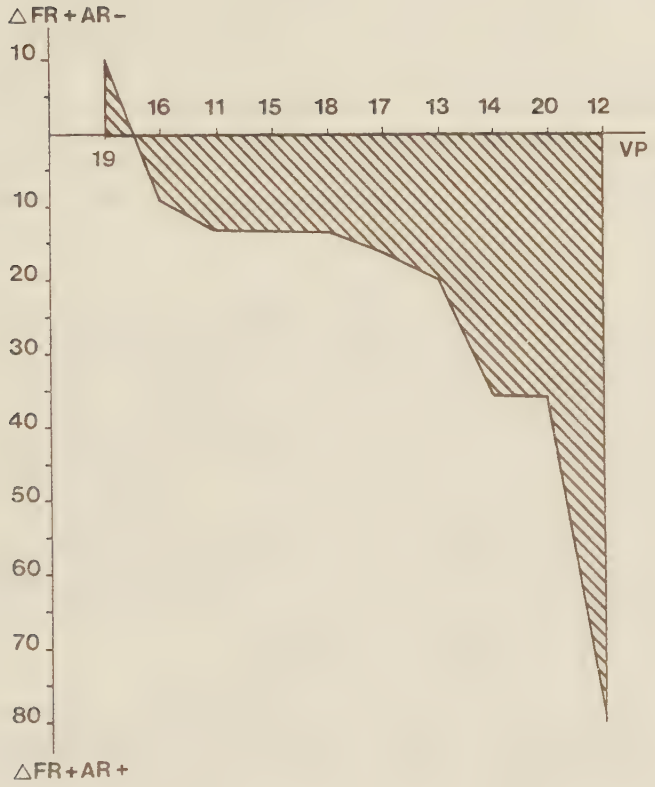



Abb. 27: Vergleich der falschen und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät zwischen alkoholbeeinflußten Rauchern und alkoholbeeinflußten deprivierten Rauchern. ($\overline{BAK}$: 1,01 ‰ ± 0,15 / 1,14 ‰ ± 0,17)

Der Vergleich der Tabelle 26 mit 28 läßt eine Abnahme der richtigen Reaktionen bei gleichzeitiger Zunahme der verspäteten Reaktionen während des forcierten Rauchens erkennen. Falsche Reaktionen treten in geringerem Ausmaß auf. Die Zahl der ausgelassenen Reaktionen nimmt zu. Die durchschnittliche BAK liegt etwas höher. Ausgeprägte Veränderungen in Richtung auf eine Verbesserung oder Verschlechterung sind nur bei VP 20 festzustellen. Die Zahl ihrer FR und AR nimmt zu, die der verspäteten Reaktionen nimmt ab.

Die Gegenüberstellung mit den Ergebnissen aus dem Entzugstest ergibt dagegen ein günstigeres Reaktionsverhalten unter exzessiven Rauchbedingungen. Die Zahl der richtigen Reaktionen liegt im Mittel wesentlich höher, auch sind erheblich niedrigere Werte für ausgelassene und falsche Reaktionen zu verzeichnen. Repräsentativ hierfür sind die registrierten Werte der Versuchsperson 13. Nur VP 19 erreicht auch im Entzug mit 157 richtigen Reaktionen fast ihren Ausgangswert, der auch höher liegt als bei forciertem Rauchen. Die Summe der FR und AR ist aber bei forciertem Rauchen niedriger als im Entzug.

Aus dem Leistungsprofil der Abbildung 28 ergibt sich eine deutliche Zunahme der FR und AR bei forciertem Rauchen gegenüber dem Ausgangswert. Nur 3 der 10 Versuchspersonen zeigen eine Verminderung dieser Werte.

Tabelle 29 gibt einen Überblick über das Reaktionsverhalten der Probanden und deren COHb- und Nikotinkonzentrationen.

Tab. 28: Testung der Reaktionsqualität für die einzelnen Probanden des Raucherkollektivs bei forciertem Rauchen und unter Alkoholeinfluß

| VP | BAK ‰ | RR | VR | FR | AR | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 0,72 | 94 | 70 | 10 | 16 | 6,3 | 1,0 |
| 12 | 1,22 | 75 | 76 | 28 | 29 | 2,6 | 0,6 |
| 13 | 1,16 | 101 | 61 | 0 | 18 | 9,0 | 1,3 |
| 14 | 0,95 | 23 | 109 | 23 | 48 | 1,9 | 0,1 |
| 15 | 1,06 | 85 | 87 | 13 | 8 | 8,2 | 0,8 |
| 16 | 1,22 | 108 | 63 | 1 | 9 | 17,1 | 1,5 |
| 17 | 1,01 | 48 | 116 | 5 | 16 | 7,8 | 0,4 |
| 18 | 1,27 | 57 | 109 | 26 | 14 | 4,2 | 0,4 |
| 19 | 0,93 | 141 | 30 | 11 | 9 | 8,6 | 2,8 |
| 20 | 1,24 | 86 | 68 | 9 | 27 | 4,3 | 0,8 |
| Gesamt | | | | | | | |
| $\bar{x}$ | 1,08 | 81,8 | 78,9 | 12,6 | 19,4 | 5,0 | 0,7 |
| s | 0,16 | 31,6 | 25,4 | 9,5 | 11,7 | | |

VP: Versuchspersonen
BAK: Blutalkoholkonzentration
RR: Richtige Reaktionen
VR: Verspätete Reaktionen
FR: Falsche Reaktionen
AR: Ausgelassene Reaktionen
RSQ: Reaktionssicherheitsquotient $\frac{RR + VR}{FR + AR}$
FQ: Fehlerquotient $\frac{RR}{VR + FR + AR}$
$\bar{x}$: Mittelwert
s: Standardabweichung

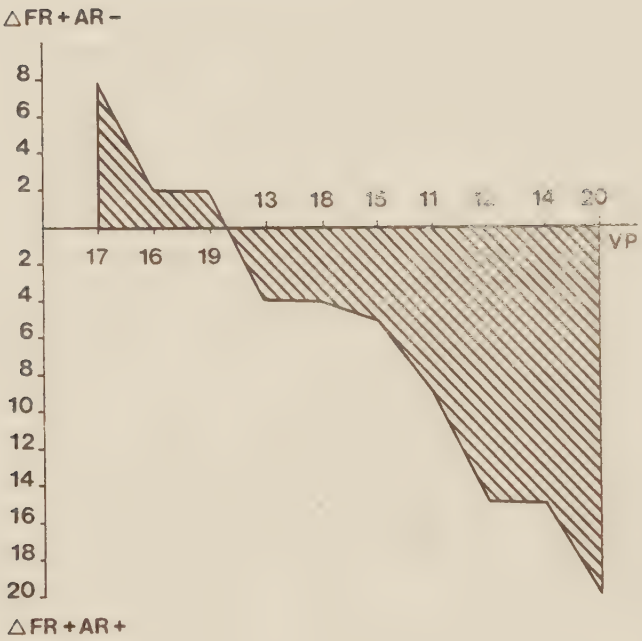



Abb. 28: Vergleich der falschen und ausgelassenen Reaktionen am Wiener Determinationsgerät zwischen alkoholbeeinflußten Rauchern und alkoholbeeinflußten Rauchern bei forciertem Rauchen ($\overline{BAK}$: 1,01 ‰ $\pm$ 0,15 / 1,08 ‰ $\pm$ 0,16)

| VP<br>N = Nichtraucher<br>R = Raucher | Nikotin<br>ng/g | COHb<br>% | Alkohol-einfluß | Reaktions-zeit<br>msec | RSQ | FQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N (ohne R.b.) | 6 | 2 | - | 306 | 11.6 | 1,2 |
| N (starke R.b.) | 10 | 2 | - | 290 | 7,2 | 0,9 |
| N (geringe R.b.) | 13 | 2 | - | 269 | 8,6 | 1,1 |
| N (ohne R.b.) | 9 | 2 | + | 299 | 4,3 | 0,6 |
| N (geringe R.b.) | 9 | 2 | + | 275 | 9,0 | 0,9 |
| N (starke R.b.) | 11 | 2 | + | 287 | 5,3 | 0,7 |
| R (depriviert) | 18 | 3 | - | 326 | 9,3 | 1,1 |
| R (normal) | 81 | 8 | - | 272 | 8,9 | 1,3 |
| R (forciert) | 96 | 8 | - | 297 | 8,4 | 1,1 |
| R (depriviert) | 45 | 3 | + | 307 | 3,1 | 0,5 |
| R (forciert) | 79 | 6 | + | 292 | 5,0 | 0,7 |
| R (normal) | 84 | 8 | + | 257 | 6,4 | 1,0 |

Tab. 29: Zusammenfassung der Ergebnisse am Wiener Reaktions- und Determinationsgerät und der durchschnittlichen COHb- und Nikotinkonzentrationen

## 4. Diskussion

Will man experimentell zur Frage der Verkehrstüchtigkeit Stellung nehmen, so ist man gehalten, die besonderen Verhältnisse im Versuchsaufbau zu berücksichtigen, die von der tatsächlichen Verkehrssituation mehr oder weniger abweichen. Optimale Voraussetzung kann ein Fahrsimulator, wie ihn LEWRENZ und Mitarbeiter (1974) benutzten, bieten. Die von uns verwendeten Testgeräte, das Wiener Reaktionsgerät - zur Messung der absoluten Reaktionszeit auf ein Ton- und ein Lichtsignal hin - und das Wiener Determinationsgerät - zur Bestimmung der Reaktionsqualität, bei dem es vor allem auf die richtige Beantwortung der Signale ankommt -, stellen ein vereinfachtes Modell im Strassenverkehr auftretender Situationen dar. Dennoch sollten diese Geräte mit zur Beurteilung der Verkehrstüchtigkeit herangezogen werden, da sie zumindest einen Teilaspekt psychophysischer Fähigkeiten erfassen.

Es muß jedoch hervorgehoben werden, daß eine an den Testgeräten ermittelte schnelle Reaktionszeit und gute Reaktionsqualität keine Gewähr für ein verkehrssicheres Verhalten in concreto bieten. Dazu gehören u.a. Besonnenheit, Voraussicht, Verantwortungsbewußtsein, richtiges Einschätzen der eigenen Leistungsgrenzen und Erfahrung im Straßenverkehr, also Eigenschaften, die zur Bildung der Gesamtpersönlichkeit des Verkehrsteilnehmers gehören. Gerade aber bei Untersuchungen, bei denen auch Alkohol eine Rolle spielt, erweisen sich Veränderungen in der Gesamtpersönlichkeit bedeutungsvoller als Ausfälle in Teilbereichen (PONSOLD 1967). Wie grundsätzlich im biologischen Bereich, kann die Summe von Ergebnissen aus Einzelprüfungen das Gesamtbild nicht vollständig erfasse... Das Ganze ist insofern mehr als die Summe seiner Teile (GERCHOW 1968).

Mit den für unsere Untersuchungen herangezogenen Probanden wurde weiterhin eine Auswahl getroffen, die eine Verallge-

meinerung der Ergebnisse nicht zuläßt. Es handelte sich um gesunde männliche Studenten zwischen 20 und 30 Jahren. Andere Ergebnisse sind bei einem anderen Untersuchungskollektiv durchaus denkbar, beispielsweise wenn es sich um ältere und insbesondere Personen mit Vorerkrankungen handelt.

Aus den durchgeführten Untersuchungen ergibt sich für Nichtraucher unter Rauchbelastung eine Erhöhung der Blutnikotinkonzentration und eine Zunahme der Reaktionsgeschwindigkeit. Die COHb-Konzentrationen hingegen verändern sich kaum und liegen in etwa bei 2 %. Gleichzeitig nimmt jedoch der Reaktions- und Fehlerquotient als Maß für die Reaktionssicherheit ab.

Die Raucher weisen erwartungsgemäß bereits von vornherein eine höhere Blutkonzentration an Kohlenmonoxid und Nikotin auf. Auch fällt der prozentuale Zuwachs dieser Konzentrationen während der Rauchbelastung deutlich stärker als bei den Nichtrauchern aus. Die schnellste Reaktionszeit erzielten dabei die Raucher, die "normal" rauchten. Auch wurden bei exzessivem Tabakgenuß schnellere Reaktionszeiten erzielt als während des Tabakentzuges. Die Reaktionssicherheit veränderte sich hingegen während der gesamten Versuche kaum. Diese Ergebnisse stimmen mit den Untersuchungen von KLENSCH (1974) über die Veränderungen der Reaktionszeit bei optischen und akustischen Reizen nach Tabakgenuß überein. Auch die Hinweise von SCHORI und Mitarbeitern (1974/75) auf eine mögliche Leistungseinbuße deprivierter Raucher im Reaktionstest und die Feststellung von v. PUPKA (1977), daß ein mehrstündiger Verzicht der Raucher auf ihre gewohnte Zigarette zu einer Verschlechterung der Fahrleistung führen könnte, bzw. daß Tabakrauch in bestimmten monotonen Situationen leistungsverbessernd wirken könnte, werden hiermit bestätigt.

Ein Zusammenhang mit der Kohlenmonoxidkonzentration er-

scheint, zumal bei den relativ geringen durchschnittlichen Konzentrationen zwischen 2 und 8 % COHb, unwahrscheinlich (SCHULTE, 1963, HANKS, 1970, MIKULKA, 1970, FODOR und Mitarbeiter, 1972, WRIGHT et al., 1973, SCHLIPKÖTER, 1974). Auch wäre zu erwarten, daß es unter diesem Aspekt zu einer Leistungsverschlechterung käme. In Bezug auf die Reaktionszeit erfolgte in unseren Versuchen jedoch eher eine Leistungsverbesserung. Die Leistungseinbußen in der Reaktionssicherheit der Passivraucher erfolgten bei COHb-Konzentrationen um 2 %. Autoren, die eine CO-bedingte Leistungsminderung auch bei niedrigen Konzentrationen bejahen, sehen die Grenze, ab der mit einer Leistungseinbuße zu rechnen ist, bei etwa 5 % COHb (TROUTON und EYSENCK, 1961).

Vermutlich hängt die Änderung des Leistungsverhaltens unter Rauchbelastung von der Blutnikotinkonzentration ab. Nikotin besitzt eine spezifische Affinität zu nervösen sympathischen Strukturen. Unter anderem erfolgt gerade beim Gewohnheitsraucher eine sympathische Tonussteigerung. Dadurch wird das Nebennierenmark zur erhöhten Freisetzung von Adrenalin und Noradrenalin angeregt. Das Nervensystem wird aktiviert als ob ein objektiver oder subjektiver Streß vorläge. Die Erregbarkeit wird gesteigert, die kortikale Reaktionsgeschwindigkeit erhöht (KLENSCH, 1974). Der Organismus wird durch den Stressor Tabakrauch gewissermassen in einen Alarmzustand versetzt. Dieser Streß, wie auch der durch andere Ursachen hervorgerufene, führt nicht unbedingt zu einer Leistungsminderung (POULTON, 1976), sondern kann durch die Aktivierung des Zentralnervensystems motivierend und in bestimmten Situationen leistungsverbessernd wirken.

Für die Erzeugung dieses Stresses durch Tabakrauch scheint eine individuell verschiedene Blutnikotinkonzentration erforderlich zu sein, die bei Rauchern möglicherweise durch Anpassungsvorgänge, wie sie generell von ABDERHALDEN (1939)

diskutiert wurden, oder eine geringer werdende Empfindlichkeit von Rezeptoren, deutlich über derjenigen der Nichtraucher liegt. Möglicherweise kann dieser, durch Nikotin hervorgerufene Erregungszustand des Nervensystems auch zu Überreaktionen führen. Der Organismus reagiert sofort auf Reize, aber nicht unbedingt in der geforderten Weise. Die Reaktionsqualität läßt dann nach.

Auch auf die psychophysische Leistungsfähigkeit alkoholbeeinflußter Nichtraucher scheint die Rauchbelastung uneinheitliche Auswirkungen zu haben.
Die alkoholbeeinflußten Passivraucher zeigen eine Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit gegenüber der Testung ohne Rauchinhalation und sogar teilweise gegenüber den Untersuchungen am ersten Versuchstag. Die Reaktionssicherheit, ausgedrückt durch den Reaktionssicherheits- und Fehlerquotienten, liegt jedoch bei den alkoholbeeinflußten Passivrauchern ungünstiger. Der Widerspruch erklärt sich offensichtlich durch die unterschiedliche Aufgabenstellung. Zur Messung der Reaktionszeit mußte der Proband unter den drei angebotenen Signalen lediglich auf eine bestimmte Kombination des Ton und Lichtsignals reagieren, indem er nur eine Taste bediente. Das zur Beurteilung der Reaktionsqualität herangezogene Wiener Determinationsgerät stellt dagegen komplexere Anforderungen an das Unterscheidungs- und Koordinationsvermögen der Versuchsperson. Diese hat 5 verschiedene Farben, die an verschiedenen Stellen des Gerätes aufleuchten, sowie ein hohes und ein tiefes Tonsignal zu unterscheiden und zu beantworten. Der Proband hatte demnach ständig differenzierte Entscheidungen zu treffen. Es ist nachvollziehbar, daß komplexe Reaktionsweisen durch Einflüsse wie Alkohol und Tabakrauch eher gestört werden als weniger komplexe. Andererseits vermögen sich durch derartige Einflüsse hervorrufbare Leistungsverbesserungen eher bei weniger komplexen Anforderungen positiv aufzuwirken. So gesehen kann die durch Alkohol hervorgerufene

psychophysische Leistungsminderung durch Tabakrauch nicht in vollem Umfang kompensiert werden. Dagegen scheinen alkoholbeeinflußte Raucher in ihrer psychophysischen Leistungsfähigkeit abhängig von einer bestimmten Mindestkonzentration an Nikotin zu sein. Die Raucher, die mehr als 17 Stunden Tabakverzicht übten, zeigten einen deutlichen Leistungseinbruch an beiden Testgeräten. Durch anschließendes Rauchen konnte eine Leistungsverbesserung erzielt werden. Ursächlich dafür kann die Gewöhnung des Rauchers an Nikotin und damit eine verminderte Empfindlichkeit von Rezeptoren sein, so daß möglicherweise zur Erzielung des gleichen Effektes eine höhere Konzentration an Wirkstoff benötigt wird. Zusätzlich unterdrückt Alkohol in höheren Dosen erregende und hemmende Synapsen unspezifisch durch Erhöhung des Membranwiderstandes (COPER, 1972). Für unsere Versuche bedeutet dies, daß die durch Gewöhnung an Nikotin in ihrer Empfindlichkeit herabgesetzten Rezeptoren durch Alkoholgenuß noch unempfindlicher werden. Die Folge dieser Minderung der Erregbarkeit nervöser Strukturen führt dann zu einer Herabsetzung der psychophysischen Leistungsfähigkeit, die jedoch im wesentlichen in der Beeinträchtigung der Leistungsqualität und nicht in der Reaktionszeit zum Ausdruck kommt.

## 5. Zusammenfassung

An jeweils 10 Rauchern und 10 Nichtrauchern wurde mit Hilfe des Wiener Reaktions- und Determinationsgerätes der Einfluß von Tabakrauch auf die psychophysische Leistungsfähigkeit untersucht. Die Versuche hierzu wurden nüchtern und unter Alkoholeinfluß bei einer Zielkonzentration von etwa 1 ‰ durchgeführt.

Dabei zeigte sich für die nüchternen Nichtraucher unter Rauchbelastung (Passivraucher) eine Verkürzung der Reaktionszeit. Die Reaktionssicherheit, die am Wiener Determinationsgerät bewertet wurde, nahm beim Passivrauchen hingegen ab. Die alkoholbeeinflußten Nichtraucher zeigten ein ähnliches Verhalten. Die Inhalation von Tabakrauch führte auch hier zu einer Verkürzung der Reaktionszeit. Die Reaktionssicherheit wurde durch die Alkoholbeeinflussung weiterhin beeinträchtigt. Die COHb-Konzentrationen sind unter den verschiedenen Versuchsbedingungen beim Nichtraucher weitgehend konstant und liegen bei etwa 2 %. Die Nikotinkonzentrationen steigen demgegenüber unter Rauchbelastung deutlich an.

Raucher erzielten unter "normalen" Rauchbedingungen nüchtern die kürzesten Reaktionszeiten. Die Reaktionssicherheit zeigte keine wesentlichen Veränderungen unter den verschiedenen Versuchsbedingungen.
Unter Alkoholeinfluß war bei den deprivierten Rauchern jedoch ein erhebliches Nachlassen der psychophysischen Leistungsfähigkeit zu registrieren. Nach Tabakkonsum wurde eine Verkürzung der Reaktionszeit und eine Verbesserung der Reaktionsqualität beobachtet. Das Niveau der Ausgangssituation wurde dabei jedoch nicht erreicht.

Es kann angenommen werden, daß die Reaktionszeitverkürzung bei Passivrauchern und Rauchern durch die spezifische Ni-

kotinwirkung hervorgerufen wird. Bekanntlich führt Nikotin zu einer Aktivierung nervöser Strukturen, was sich bei weniger komplexen Aufgabenstellungen leistungsverbessernd auswirken kann. Unter diesem Gesichtspunkt ließe sich die unterschiedliche Reagibilität beim Passivraucher und deprivierten Raucher erklären.

6. Literaturverzeichnis


ABDERHALDEN, E.: Anpassung im Rahmen des physiologischen Geschehens. Dtsch. Med. Wochenschr. 65, 503-506 (1939)

ADAM, J.R., B. WILLIAMS: The association between smoking and accidents: overdependy as an influence variable. Traffic Quarterly 20, 583-588 (1966)

ANTWEILER, H.: Zur Aufnahme und Wirkung von Kohlenmonoxid bei aktivem und passivem Rauchen. Arbeitsmed. Sozialmed. Präventivmed. 10, 245-248 (1975)

ARONOW, W.S., CASSIDY, J., VANGROW, J.S., MARCH, H., KERN, J.C., GOLDSMITH, J.R., KEHMKA, M., PAGANO, J., M. VAWTER: Effect of cigarette smoking and breathing carbon monoxide on cardiovascular hemodynamics in anginal patients. Circulation 50, 340-347 (1974)

ASHTON, H., SAVAGE, R.D., TELFORD, R., THOMPSEN, J.W., D.W. WATSON: The effects of cigarette smoking on the response to stress in a driving simulator. Brit. J. Pharmacol. 45, 546-556 (1972)

BAUMBERGER, J.P.: The carbon monoxide content of tabacco smoke and its absorption on inhalation. J. Pharmacol. Exper. Ther. 21, 22-35 (1923)

BEARD, R.R., N. GRANDSTAFF: Carbon monoxide exposure and human functions. Ann. N.Y. Acad. Sci. 174, 385-395 (1970)

BEARD, R.R., G.A. WERTHEIM: Behavioral impairment associated with small doses of carbon monoxide. Amer. J. Public Health & Nation Health 57, 2012-2022 (1967)

BENDER, W., GÖTHERT, M., G. MALORNY: Die Beeinflussung psychologischer Funktionen durch niedrige Kohlenoxidkonzentrationen. Staub, Reinhalt. Luft 32, 175-179 (1972)

BLEULER, M., ANGST, J., K. ERNST: Lehrbuch der Psychiatrie. 14. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1979

BOKHOVEN, C., H.J. NIESSEN: Amounts of oxides of nitrogen and carbon monoxide in cigarette smoke with and without inhalation. Nature 192, 458-459 (1961)

BOMSDORF, E.: Alkohol im Straßenverkehr 1977-1979 Blutalkohol 17, 131-148 (1981)

BRADLEY, P.B., J.H. WOLSTENCROFT: Effects of acetylcholine, nicotine and muscarin on brain stem neurons. Ann. N.Y. Acad. Sci., 142, 15-20 (1967)

BROVERMAN, D.M., KLAIBER, E.L., VOGEL, W., Y. KOBAYASHI: Short-term versus long-term effects of adrenal hormones on behaviors. Psychol. Bull. 81, 672-694 (1974)

BRUNNEMANN, H.D., D. HOFFMANN: Chemical studies on tabacco smoke. XXIV. A quantative method for carbon monoxide and carbon dioxide in cigarette and in cigar smoke. J. Chromatogr. Sci. 2, 70-76 (1974)

COPER, H.: Pharmakologie und klinische Pharmakologie des Alkohols. Dtsch. med. J. 23, 514-517 (1972)

DANGER, W.: Experimentelle Studien zur Frage der Beziehungen zwischen Blutalkoholgehalt und Alkoholwirkung. Inaug. Diss., Göttingen 1938

DINMAN, B.D.: Carbon monoxide and cigarette smoking. J. Amer. Med. Assoc. 212, 1785 (1970)

DOMINO, E.E., J.K. YAMAMOTO: Nikotin effect on the sleep cycle of the cat. Science 150, 637-638 (1965)

EHRISMAN, O., G. ABEL: Über den Kohlenoxidgehalt des Tabakrauches. Z.-Hyg. u. Infekt.-Kr. 116, 4-10 (1935)

ELBEL, H., F. SCHLEYER: Blutalkohol 2. Aufl. Thieme, Stuttgart 1956

FEUERLEIN, W.: Alkoholismus-Mißbrauch und Abhängigkeit. 2. Aufl. Thieme, Stuttgart 1979

FODOR, G.G., G. WINNEKE: Wirkung niedriger CO-Konzentrationen auf Monotonie-Resistenz und psychomotorisches Durchhaltevermögen. Staub, Reinhalt. Luft 32, 169-175 (1972)

FORBES, W.H., DILL, P.B., SILVA, H. de, F.M. DEVENTER: The influence of moderate carbon monoxide poisoning upon the ability to drive automobiles. J. Ind. Hyg. Toxicol. 19, 598-603 (1937)

FORSTER, B.: Über Störungen des Farbensehens von Rot und Grün nach Alkoholgaben. Zbl. Verkehrsmed. 5, 217 (1959)

FORSTER, B., H. JOACHIM: Blutalkohol und Straftat. Thieme, Stuttgart 1975

FORSTER, B., H.-J. STARCK: Über die Hell-und Dunkeladaption unter Alkoholeinfluß. Dtsch. Z.ges. gerichtl. Med. 49, 66-69 (1959)

GERCHOW, J.: Medizinische naturwissenschaftliche Aspekte zur 0,8 g%-Grenze unter Berücksichtigung kybernetischer Regelungsvorgänge. Blutalkohol 5, 617-626 (1968)

GLOOR, R.: Experimentelle Untersuchungen über kombinierte Alkohol-Nikotinwirkungen. Inaug. Diss., Bern 1952

GOLDSTEIN, L., BECK, R.A., D.L. MUNDSCHENK: Effects of nicotine upon cortical and subcortical electrical activity of the rabbit brain. Ann. N.Y. Acad. Sci. 142, 170-180 (1967)

GRAFF, Th.: Über Sentüchtigkeit und Alkoholgenuß. Ber. Dtsch. Opntalmol. Gesell. 60, 299-300 (1956)

GRAMBERG-DANIELSEN, B.: Auge und Alkohol. Klin. Monatsbl. Augenheilk. 147, 272-274 (1965)

GREITEMEYER, M.: Zur Risikobereitschaft von Rauchern und Nichtrauchern. Med. Welt 32, 1730-1733 (1981)

GROLL-KNAPP, E., WAGNER, H., HAUCK, H., M. HAIDER: Auswirkungen geringer Kohlenmonoxid-Konzentration auf Vigilanz und computeranalysierte Hirnpotentiale. Staub, Reinhalt. Luft 32, 185-188 (1972)

GRÜNER, O.: Alkohol und Aufmerksamkeit. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Medizin 44, 187-195 (1955)

GRÜNER, O., R. JEAHN: Die Aufmerksamkeitsablenkung bei Alkoholeinfluß. Blutalkohol 12, 382-388 (1975)

HABBISCH, H.: Die Zigarette als Kohlenmonoxidquelle. Arch. Toxicol. 26, 251-261 (1970)

HANKS, T.G.: Human performance of a psychomotor test as a function of exposure to carbon monoxide. Ann. N.Y. Acad. Sci. 174, 421-424 (1970)

HARKE, H.-P.: Zum Problem des Passivrauchens I. Über den Einfluß des Rauchens auf die CO-Konzentration in Büroräumen. Internat. Arch. Arb.-Med. 33, 199-206 (1974a)

HARKE, H.-P.: Luftverunreinigung durch Rauchen in Innenräumen. Arbeitsmed. Sozialmed. Präventivmed. 10, 242-244 (1975)

HARKE, H.-P., BAARS, A., FRAHM, B., PETERS, H., CH. SCHULTZ: Zum Problem des Passivrauchens. Abhängigkeit der Konzentrationen von Rauchinhaltsstoffen in der Luft verschieden großer Räume von der Zahl der verrauchten Zigaretten und der Zeit. Internat.-Arch. Arb.-Med. 29, 323-339 (1972)

HARKE, H.-P., LIEDL, W., D.DENKER: Zum Problem des Passivrauchens II. Untersuchungen über den Kohlenmonoxidgehalt der Luft im Kraftfahrzeug durch das Rauchen von Zigaretten. Internat. Arch. Arb.-Med. 33, 207-220 (1974b)

HARKE, H.-P., H. PETERS: Zum Problem des Passivrauchens III. Über den Einfluß des Rauchens auf die CO-Konzentration im Kraftfahrzeug bei Fahrten im Stadtgebiet. Internat. Arch. Arb.-Med. 33, 221-229 (1974c)

HEIFER, U.: Untersuchungen über den Alkoholeinfluß auf die optokinetische Erregbarkeit im Fahrversuch. Blutalkohol 8, 385-410 (1971)

HEIFER, U., SELLIER, K., M. KUTZNER: Experimentelle und statistische Untersuchungen über den alkoholbedingten postrotatorischen Fixationsnystagmus. Blutalkohol 3, 537-557 (1966)

HEIMSTRA, N.W., BANCROFT, N.R., A.R. DeKOCK: Effects of smoking upon sustained performance on a simulated driving test. Ann. N.Y. Acad. Sci. 142, 295-307 (1967)

HESS, H., M. MARSHALL: Rauchen und arterielle Gefäßerkrankungen. Med. Welt 27, 697-699 (1976)

HONEGGER, H., KAMPSCHULTE, R., H. KLEIN: Störungen der Sehschärfe für bewegte Objekte durch Alkohol. Blutalkohol 7, 31-44 (1970)

IFFLAND, R., G. STICHT: Gaschromatische Verfahren zur Bestimmung des Kohlenmonoxidgehaltes im Blut. Arch. Toxicol. 29, 325-330 (1972)

JERMINI, C., WEBBER, A., E. GRANDJEAN: Quantitative Bestimmungen verschiedener Gasphasenkomponenten des Nebenstromrauches von Zigaretten in der Raumluft als Beitrag zum Problem des Passivrauchens. Int. Arch. Occup. Environ. Health 36, 169-181 (1976)

KERRIGAN, R., JAIN, A.C., J.T. DOYLE: The circulatory response to cigarette smoking at rest and after exercise. Amer. J. Med. Sci. 255, 113-119 (1968)

KIELHOLZ, P., GOLDBERG, L., IM OBERSTEY, J., POLLDINGER, W., RAMSEYER, A., P. SCHMID: Straßenverkehr, Tranquilizer und Alkohol. Dtsch. med. Wochenschr. 92, 1525-1531 (1967)

KLEIN, H.: Durch Medikamente veränderte Alkoholwirkung. Fortschr. Med. 82, 335-337 (1964)

KLENSCH, H.: Mittelbare und unmittelbare Nikotinwirkung auf das Gefäßsystem. Z. Kardiol. 63, 494-503 (1974)

KRAULAND, W., SCHUSTER, R., R. KLEIN: Über das Verhalten des optokinetischen Nystagmus bei alkoholisierten Personen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 51, 429-440 (1961)

KRONE, R.J., GOLDBARG, A.N., BLAKOURA, M., SCHUESSLER, R., L. RESNEKOV: Effects of cigarette smoking at rest and during exercise. J. Appl. Physiol. 32, 745-748 (1972)

LEWRENZ, H., BERGHAUS, G., G. DOTZAUER: Alkoholfahrten auf dem VW-Simulator. Blutalkohol 11, 104-122 (1974)

LICKINT, F.: Tabak und Organismus. Handbuch der gesamten Tabakkunde Hippokrates Verlag Marquardt, Stuttgart 1939

LICKINT, F.: Beeinflussung der Alkoholwirkung durch Umwelt und andere Faktoren. Neuland-Verlagsgesellschaft, Hamburg 1961

LUTZE, J., GELBKE, H.-P., G. SCHMIDT: Zur Leistungsminderung durch Alkohol und Diazepam. Z. Rechtsmed. 82, 327-335 (1979)

LUTZE, J., E. SCHACHER: Zur Reaktionszeit bei niedrigen Blutalkoholwerten. Blutalkohol 16, 49-58 (1979)

MALLACH, H.J.: Die Einwirkung von Medikamenten auf die Fahrtüchtigkeit. Arzt und Auto 5, 22-33 (1981)

MANGELSDORF, R., WITSCHEL, H., W. SCHWED: "Schlußtrunk" und psychosomatische Leistungsfähigkeit. Blutalkohol 7, 103-111 (1970)

MANZ, R.: Der Einfluß geringer Alkoholgaben auf Teilfunktionen von Auge und Ohr. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 32, 301-312 (1940)

MATARAZZO, J.D., G. SASLOW: Psychological and related characteristics of smokers and non smokers. Psychol. Bull. 57, 493-513 (1960)

McGUIRE, F.R.: Smoking, driver education and other correlates of accidents among young males. J. Safety Res. 4, 5-11 (1972)

MIKULKA, P., O'DONNEL, R.D., HEINIG, P., J. Theodore: The effect of carbon monoxide on human performance. Ann. N.Y. Acad. Sci. 174, 409-420 (1970)

OSBORNE, J.S., ADAMEK, S., M.E. HOBBS: Some components of the gasphase of cigarette smoke. Anal. Chem. 28, 211-215 (1956)

PANKOW, D.: Toxikologie des Kohlenmonoxids. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1981

PAULSON, O.B., PARVING, H.-H. OLESEN, I., E. SKINHOY: Influence of carbon monoxide and of hemodilution on cerebral blood flow and blood gases in man. I. Appl. Physiol. 35, 111-117 (1973)

PONSOLD, A.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart 1967

PORTHEINE, F.: Zum Problem des Passivrauchens. Münch. med. Wschr. 113, 707-709 (1971)

POULTON, E.C.: Arousing environmental stresses can improve performance whatever people say. Aviat. Space. Environ. Med. 47, 1193-1204 (1976)

PUPKA v., M.: Der Einfluß des Rauchens auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit. Bericht zum Forschungsbericht 7530. Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen Bereich Unfallforschung Köln 1977

RAUSCHER, J.: Leistungsprüfungen bei an-und abfallendem Blutalkoholgehalt unter besonderen Bedingungen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 43, 27-37 (1954)

RAY, A.M., T.H. ROCKWELL: An exploratory study of automobile driving performance under the influence of low levels of carboxyhemoglobin. Ann. N.Y. Acad. Sci. 174, 396-408 (1970).

RICHTER, R., V. HOBJ: Der Einfluß niedriger Alkoholmengen auf Psychomotorik und Aufmerksamkeit. Blutalkohol 16, 384-394 (1979)

RISCO del, P.B.: Hinweise einer Wirkung des Kohlenmonoxids auf das Zentralnervensystem unabhängig von der Hämoglobinblockade. Staub, Reinhalt. Luft 32, 164-166 (1972)

ROBINSON, J.C., W.F. FORBES: The role of carbon monoxide in cigarette smoking. Carbon monoxide yield from cigarettes. Arch. Environ. Health 30, 425-434 (1975)

ROSS, A., PH. D. McFARLAND: Low level exposure to carbon monoxide and driving performance. Arch. Environ. Health 27, 355-359 (1973)

RUEF, J., BOCK, K.D., H. HENSEL: Über die Wirkung des Rauchens auf die Muskeldurchblutung. Z. Kreislaufforsch. 44, 272-278 (1955)

RUMMO, N., K. SARLANIS: The effect of carbon monoxide on several measures of vigilance in a simulated driving task. J. Safety Res. 6, 126-130 (1974)

RUSSEL, M.A.H., WILSON, C., COLE, P.V., JDLE, M., C. FEYERABEND: Comparison of increases in carboxyhaemoglobin after smoking "extra-mild" and "non-mild" cigarettes. LANCET II 687-690 (1973)

SCHADEWALDT, H.: Kultur und Medizingeschichtliches über den Tabak. Med. Welt 18, 2189-2199 (1967)

SCHIEFGEN, W.: Beobachtungen bei Kombinationsgaben von Alkohol und Insidon. Inaug. Diss. Bonn 1963

SCHIEVELBEIN, H.: Nikotin, Pharmakologie und Toxikologie des Tabakrauches. Thieme, Stuttgart 1968

SCHLIPKÖTER, H.-W., FODOR, G.G., G. WINNEKE: Zum Einfluß neurotoxischer Industriegifte auf unfallgenerierendes Fehlverhalten bei Kontroll- und Steuertätigkeiten. Forschungsbericht Nr. 121 Dortmund 1974

SCHMIDT, F.: Memorandum, Rauchen und Bundeswehr. Med. Welt 23, 921-924 (1972)

SCHMIDT, F.: "Aktiv Rauchen" und "Passiv Rauchen" als schwerwiegende bronchiale Noxe. Münch. med. Wschr. 115, 1773-1778 (1973)

SCHMIDT, O.: Die elektrische Registrierung alkokolbedingter Gleichgewichtsstörungen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 45, 231-246 (1956)

SCHORI, T.R., B.W. JONES: Smoking and multiple-task performance. Va. J. Sci. 25, 147-151 (1974)

SCHORI, T.R., B.W. JONES: Smoking and work load. J. Motor Behavior 7, 113-120 (1975)

SCHULTE, J.H.: Effects of mild carbon monoxide intoxication. Arch. Environ. Health 7, 524-530 (1963)

SCHWEITZER, H.: Die visuelle Wahrnehmung bei Gabe von Carbamazepin in Kombination von Alkohol. Blutalkohol 7, 371-381 (1970)

SCHWEITZER, H., F. BURKHARDT: Die Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit durch Blutalkoholkonzentrationen unter 1,5 g% . TÜV Essen Düsseldorf 1960

SCHWERD, W.: Der Rote Blutfarbstoff und seine wichtigsten Derivate. Verlag Max-Schmidt-Römhild, Lübeck 1962

SRCH, M.: Über die Bedeutung des Kohlenoxids beim Zigarettenrauchen im Kraftwageninneren. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 60, 80-89 (1967)

SSALISCHTSCHEFF, A.S., J.A. TSCHERNOGOROFF: Weitere Beobachtungen über die Veränderungen im Elektrokardiogramm und Sphygmogramm bei Menschen unter dem Einflusse der Stoffe des Tabakrauches. Z. ges. exper. Med. 78, 193-201 (1931)

STARCK, H.-J.: Untersuchungen über die Verkehrssicherheit alkoholgewohnter Kraftfahrer bei Blutalkoholkonzentrationen um 1,5 g% . Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 42, 155-161 (1953)

STATISTISCHES BUNDESAMT: Verbrauchssteuerstatistik 1980. Statistisches Jahrbuch 1982 für die Bundesrepublik Deutschland W. Kohlhammer Stuttgart-Mainz 1982

TÖPPNER, R.: Der Einfluß von Nikotin auf den Blutzuckerspiegel. Naunyn-Schmied. Arch. Pharmacol. 159, 223-232 (1931)

TROUTON, D., H.-J. EYSENCK: The effect of drugs on behaviour. In: Eysenck, H.-J., ed.: Handbook of abnormal psychology, 596-634 Basic Books Inc. New York 1961

WACHOLDER, H.: Zur hungerstillenden Wirkung des Rauchens. Rauchen und Blutzucker. Naunyn-Schmied. Arch. Pharmacol. 205, 115-128 (1948)

WAGNER, K.H., H.J. WAGNER: Sucht und Mißbrauch. Von W. STEINBRECHER, H. SOLMS 2. Aufl. Thieme, Stuttgart 1975

WEBER, A.: Passivrauchen ein Risiko für die Gesundheit. Dtsch. med. Wochenschr. 107, 323-331 (1982)

WEBER, A., FISCHER, T., E. GRANDJEAN: Passivrauchen unter experimentellen Bedingungen und in Feldversuchen. Soz. Präventivmed. 23, 261-262 (1978)

WEILAND, D.: Die Beziehungen zwischen Blutalkoholkonzentrationen und Leistungsminderung. Ergebnisse der Weltliteratur. Inaug. Diss. Marburg/Lahn 1970

WHITE, J.R., H. FROEB: Passives Rauchen. Dtsch. med. Wochenschr. 105, 1071-1072 (1980)

WILHELMI, F.H., LINDNER, J., J. AUDRILICKY: Untersuchungen über das Sehen in der Dämmerung nach Alkoholaufnahme. Blutalkohol 9, 473-485 (1972)

WOJAHN, H., F. GLASS: Aufmerksamkeitsstörungen im psychotechnischen Versuch (Bourdon-Test) bei Blutalkoholkonzentrationen von 0,21-0,95 g%. Blutalkohol 4, 303-311 (1967)

WRIGHT, G., RANDELL, P., R.J. SHEPHARD: Carbon monoxide and driving skills. Arch. Environ. Health 27, 349-353 (1973)

WYNDER, E.L., D. HOFFMANN: Tobacco and tobacco smoke. Studies in experimental carcinogenesis. Academic Press, New York 1967

Herrn Professor Dr. Mittmeyer möchte ich für die Überlassung des Themas, für die hilfreichen Diskussionen und kritischen Hinweise, sowie für die freundliche Unterstützung während der Entstehung dieser Arbeit sehr herzlich danken.

Weiterhin gilt mein Dank besonders Herrn Dr. Moosmayer für die Bestimmung der Kohlenmonoxid- und Nikotinkonzentrationen, bei der auch Frau Wamser freundlich mitgewirkt hat.

Herr Dr. Schmidt hat mich in dankenswerter Weise bei der praktischen Durchführung der Versuche beraten.

Mein Dank gilt ferner Frau Leibfried für die Bestimmung der Blutalkoholkonzentrationen und Frau Kelch für die photographische Wiedergabe der graphischen Darstellungen.

## Lebenslauf

Am 29. Dezember 1955 wurde ich, Matthias Karl Mokry, als Sohn des Lehrers Hans Mokry und dessen Ehefrau Charlotte Mokry, geb. Jahnke, Zahnärztin, in Freiburg geboren. Meine Kindheit verbrachte ich mit meinen drei Brüdern in Gutach im Breisgau. Dort besuchte ich die Grundschule von Ostern 1962 bis Dezember 1966. Anschließend wechselte ich auf das altsprachliche Friedrich-Gymnasium in Freiburg, an dem ich 1975 die Reifeprüfung ablegte. Ab Sommersemester 1976 studierte ich an den Universitäten Heidelberg und Freiburg Rechts- und Staatswissenschaften. Zum Sommersemester 1978 nahm ich das Studium der Zahnheilkunde an der Medizinischen Hochschule Hannover auf. Im Wintersemester 1979/80 immatrikulierte ich mich im Fach Zahnheilkunde an der Universität Würzburg und schrieb mich zum Sommersemester 1980 an der Universität Tübingen ein. Dort legte ich am 14. Dezember 1982 das zahnärztliche Staatsexamen mit Erfolg ab.